



INCONTRI CON LA PALEONTOLOGIA



ATTI DEL CONVEGNO – TAVOLA ROTONDA

della Seconda Edizione

BENEVENTO 23 – 24 – 25 settembre 2003

Auditorium Seminario Arcivescovile viale Atlantici – Museo del Sannio

a cura di

Luciano Campanelli



Proprietà riservata. All right reserved

© Copyright (2005) by Onlus Un Futuro a Sud

info@unfuturoasud.it – www.unfuturoasud.it

Stampato c/o laboratorio Edizioni Il Chiostro (Benevento) nel marzo 2005.

Sono rigorosamente vietati la riproduzione, la traduzione, l'adattamento anche parziale o per estratti, per qualsiasi uso e con qualsiasi mezzo effettuati, compresi la copia fotostatica, i microfilm, la memorizzazione elettronica etc. senza la preventiva autorizzazione del curatore della presente pubblicazione, nonché dei singoli autori che mantengono il diritto di servirsi dei loro rispettivi lavori in future pubblicazioni.

Foto e disegni di:

- F. Dalla Vecchia:
pagg. 72-78 figg. 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 – pagg. 97-99 figg. 1, 2, 3, 4, 5a,b; 6, 7, 8.
- G. Leonardi:
pagg. 52 - 56 figg. 1a,b; 3a,b,c,d; 4a,b; 4c; 6a; 8; 9a,b,c,d; 10a,b; 11a,b,c; 12a,b.
- Jura Museum & Bischofliches Seminar St. Willibald, Eichstätt; H. Deter Hans; Günter Viohl:
pagg. 22/24 figg. 1; 6; 8; 9 - pagg. 88 - 90 figg. 1; 2; 3; 4; 5; 7; 8; 9a,b,c,d; 10; 12; 13.
- Luis V. REY pagg. 37/39 figg. 2; 4a,b,c,d; 5.
- S. Bravi:
pagg. 118 - 123 figg. 1a,b,c ; 2a,b,c; 3a,b; 4a,b,c,d,e; 5c,d,e,f,g,h; 6a,b; 7; 8a,b,c,d,e,f,g,h; 9a,b.
- Soprintendenza Archeologica di Salerno, Avellino, Benevento
pag. 121 figg. 5a,b.
- F. Hochstaetter:
pag. 52 figg. 5a,b.
- David E. Lemke:
pag. 50 figg. 2a,b,c,d.
- Museo Paleontologico Università Federico II Napoli:
pagg. 61/62 figg. 1; 3a,b,c,d; 5a,b.
- Servizio Sismico Regione Emilia Romagna:
pagg. 107/108 fig. 1, 3, 6, 7, 8. Pag. 50 fig. 7a,b.
- Rivista Le Scienze:
pagg. 107/109 figg. 2, 4, 5; 9, 10, 11, 12, 13, 14.
- Enciclopedia Universale della Grafica e della Stampa
pagg. 132/135
- T. Pescatore, M. Boscaino:
pag. 159 figg. 1,2.
- Le foto della manifestazione sono di Giovanni De Noia.
- In copertina Giuseppe Leonardi durante il rilevamento di orme di dinosauro sulle Ande cilene (foto Leonardi)

PREFAZIONE

Un Futuro a Sud è un'associazione culturale non lucrativa, di utilità sociale, fondata nel 1998. Ha come scopo la promozione delle risorse geoambientali del Sannio, tesa a consolidare una consapevolezza che favorisca uno sviluppo sostenibile. Per il conseguimento delle finalità, Un Futuro a Sud supporta le scuole, promuove conferenze, escursioni culturali, manifestazioni artistiche e qualunque altra iniziativa rivolta ad accrescere e ad ampliare lo studio delle Scienze della Terra.

Per raggiungere questi obiettivi l'associazione svolge, nonostante le numerose difficoltà, un'intensa attività con la collaborazione delle istituzioni locali, delle associazioni e dei movimenti culturali.

Nell'ambito di queste attività si colloca ***Incontri con la Paleontologia***, progetto di divulgazione della cultura scientifica cofinanziata dal MIUR, che vuole essere un appuntamento annuale anche con le scuole di altri siti fossiliferi europei, nell'ottica delle attività auspicabili per l'Ente Geopaleontologico di Pietraroja ancora da promuovere.

Il successo della seconda manifestazione ha suggerito la pubblicazione dei presenti Atti che sono disponibili anche nel sito dell'associazione (www.unfuturoasud.it). Mi auguro che quest'ultima modalità possa favorire gli approfondimenti delle tematiche trattate attraverso specifici links, per sollecitare e dare un contributo a chiunque voglia cimentarsi autonomamente nella ricerca di documenti ed immagini disponibili nella rete.

Ringrazio i relatori per la loro partecipazione e tutti coloro che hanno reso possibile questa pubblicazione.

Luciano Campanelli

CONVEGNO Incontri con la paleontologia (Seconda Edizione)

Auditorium Giovanni Paolo II Seminario Arcivescovile - Benevento

Martedì 23 settembre

“Sulle tracce dei dinosauri”

Indirizzi di saluto

Pag. 7

Mons. don Abramo Martignetti
Rettore del Seminario Arcivescovile di Benevento

Prof. don Nicola Cocchiarella
Preside dell'Istituto De La Salle di Benevento

Prof. Luciano Campanelli
Presidente Onlus Un Futuro a Sud

Relazioni:

Dott. Günter VIOHL
Direttore Jura Museum di Eichstätt - Germania
L'Archaeopteryx, specie intermedia tra dinosauri e gli uccelli
a testimonianza dell'evoluzione degli organismi.

Pag 11

Mr. Luis Rey *Università Bristol UK*
Dott. Marco Signore *Università Federico II Napoli*
Dai draghi ai passerotti.
L'impatto psicologico nell'immaginario collettivo.

Pag.26

Dott. Giuseppe Leonardi
Museo Tridentino di Scienze Naturali di Trento
Quaderno di bordo: esplorazioni nelle “Valli dei dinosauri”.

Pag. 44

Prof.ssa Carmela Barbera
Ordinario Università Federico II Napoli
La vita in Campania negli ultimi 150 milioni di anni
ed i principali giacimenti fossiliferi.

Pag.58

Dott. Fabio M. Dalla Vecchia
Museo Paleontologico di Monfalcone - Gorizia
Dinosauri adriatici, una finestra aperta su di un mondo scomparso.

Pag.64

Mercoledì 24 settembre

“Lungo gli itinerari dell'Europa Giurassica... e oltre”

Introduzione

Prof.ssa Maria Felicia Crisci

Preside del Liceo Classico “P. Giannone” Benevento

Pag.79

Relazioni

Dott. Günter Viohl

Direttore Jura Museum di Eichstätt - Germania

Solnhofen: un classico giacimento paleontologico.

Pag.80

Dott. Fabio Dalla Vecchia

Museo Paleontologico di Monfalcone - Gorizia

“Nonsoloeuropa”. Giacimenti libanesi del Cretaceo superiore.

Pag.91

Prof. Filippo Russo

Docente Università del Sannio - Benevento

Clima e variazioni ambientali nella storia della Terra.

Pag.101

Dott. Sergio Bravi

Direttore del Museo Civico di Cusano Mutri – Benevento

Cento milioni di anni fa. Itinerari alla scoperta dei fossili del territorio campano.

Pag.112

Giovedì 25 settembre.

“La paleontologia incontra l'arte.”

Introduzione

Prof.ssa Ines D'Angelo

Preside dell'Istituto Statale d'Arte “N. Giustiniani” Cerreto Sannita – Benevento

Pag.124

Relazioni

Sig. Luigi Romano

Edizioni Il Chiostro - Benevento

Il calcare di Solnhofen nella tecnica litografica.

La scoperta di Alois Senefelder.

Pag.126

Mr. Luis Rey

Dott. Marco Signore *Università Federico II Napoli*

Ricostruiamo il passato.

A fast guide how to make dinosaurs

Pag.136

Tavola Rotonda

Il Parco geopaleontologico di Pietraroja. Le prospettive di sviluppo.

Auditorium "Vergineo" Museo del Sannio - Benevento

Introduzione

Nico De Vincentiis

giornalista RAI

Pag.148

Relazioni

Senatore Giovanni Lubrano Di Ricco

L'emendamento alla legge n. 3833/2000 con il quale viene istituito
l'Ente Geopaleontologico di Pietraroja.

Pag. 149

Prof. Tullio Pescatore

Docente Università del Sannio - Benevento

Studi geologici in località "Le Cavere", Pietraroja.

Pag.153

Günter Viohl

Direttore Jura Museum di Eichstätt – Germania

Lo Jura-Museum ed altri musei paleontologici
nella zona dei calcari litografici di Solnhofen.

Pag.160

Interventi

Pag.167

Dott. Mario Pedicini

Dirigente C.S.A – Benevento

Dott. Lucio Rubano

Consigliere Provincia di Benevento

Sig. Pino Castellucci

Responsabile Biblioteca Comunale "Carusi" di Baselice

Dott.ssa Domenica Zanin

Direttrice Didattica

Prof. Luciano Campanelli

Presidente Onlus Un Futuro a Sud

Momenti della manifestazione

Pag.173

Le scuole partecipanti

Pag.175

Rassegna stampa

Pag.176

Approfondimenti e links consigliati

Pag.177

Tabella cronologica delle ere geologiche

Pag.178

Indirizzi di saluto

Mons. don Abramo Martignetti

Rettore del Seminario Arcivescovile di Benevento

Do il mio benvenuto al dottor Günter Viohl dello Jura Museum, ai relatori di questa manifestazione, a voi alunni e docenti delle diverse scuole ed un grazie ai dirigenti scolastici che hanno acconsentito la partecipazione a questo convegno. Per il Seminario è motivo di gioia offrire la collaborazione mettendo a disposizione l'Istituto, anche perché c'è quasi un filo ideale che ci unisce al Seminario di San Willibaldo in Germania che possiede e collabora alla gestione della collezione più ambita di fossili e minerali una volta utilizzati per lo studio delle scienze nel programma di Filosofia Teologica e che oggi sono fruibili al pubblico presso lo Jura Museum. Ma vi è un legame ancora più forte tra quei reperti fossili della Germania e la nostra terra, dato il ritrovamento sulle montagne di Pietraroja, in provincia di Benevento, del famoso Scipionyx samniticus, detto "Ciro". Allora auguri di buon lavoro e consentitemi di esprimere la mia gratitudine ad un nostro docente, il professor Luciano Campanelli, organizzatore di questo convegno.

Prof. don Nicola Cocchiarella

Preside dell'Istituto De La Salle di Benevento

Mi associo al benvenuto del Rettore; ho il piacere di condividere con altre scuole una manifestazione di particolare interesse culturale e scientifico che è un'opportunità per approfondire conoscenze in un campo così affascinante qual è la paleontologia. Pertanto, auguri di buon lavoro ed in particolare un ringraziamento al professor Campanelli, promotore di questo incontro.

Luciano Campanelli

Presidente Onlus Un Futuro a Sud.

Prima di illustrare il programma desidero ringraziare il Rettore don Abramo Martignetti ed il Preside don Nicola Cocchiarella per la cordiale ospitalità. Condividiamo l'opportunità di ascoltare personalità di alto profilo scientifico nel campo della paleontologia e possa quest'occasione favorire la conoscenza, da parte degli studenti, delle Scienze della Terra, Corso di Laurea presente nella nostra Università del Sannio. Ringrazio i dirigenti delle scuole che hanno consentito la partecipazione di docenti e allievi, in particolare la prof.ssa Crisci e la prof.ssa D'Angelo. Desidero, inoltre, ringraziare i Musei e le Università che aderiscono alla manifestazione con la partecipazione dei loro relatori: i paleontologi Bravi, Dalla Vecchia, Leonardi, Signore, Viohl, i docenti Barbera, Pescatore e Russo ed il paleoartista Rey. Un grazie alla Cooperativa Carima ed a Carla Cirillo che mi hanno coadiuvato nell'organizzazione, ai colleghi dell'Istituto "De La Salle", a Luigi Romano, titolare delle Edizioni Il Chiostro ed alla società Empire Web che ha curato il sito dell'associazione *Un Futuro a Sud*, rendendolo accessibile anche agli utenti diversamente abili. Grazie, inoltre, al giornalista Nico De Vincentiis che modererà la Tavola Rotonda alla fine di questi incontri ed a tutti i giornalisti che hanno dato e daranno risalto a questa manifestazione, grazie al direttore del Museo del Sannio il prof. Elio Galasso Ringrazio i patrocinatori che sono

l'Amministrazione Provinciale di Benevento, la Soprintendenza di Salerno, la Regione Campania, il Comune di Pietraroja ed il C.S.A. di Benevento, che auguro continuino a sostenerci.

Infine un grazie particolare al MIUR, senza il quale non avremmo potuto realizzare la manifestazione.

Illustrerò adesso il programma. Questa mattina faremo un viaggio sulle tracce dei dinosauri, non prima, però, di osservare gli aspetti evolutivi della specie che il paleontologo **Günter Viohl** descriverà prendendo spunto dal famoso *Archaeopteryx*, anello di congiunzione tra dinosauri ed uccelli. Uno degli esemplari di questo eccezionale fossile è esposto nello Jura Museum di Eichstätt di cui **Viohl** è stato il direttore per venticinque anni. Dopo la relazione verrà mostrata copia del reperto.

Passeremo, quindi, agli aspetti psicologici dell'immaginario collettivo, confrontando il ricordo ancestrale e terrificante evocato dai draghi (poi si è capito che erano dinosauri) con l'icona dolce e poetica dei passeri. L'occasione sarà l'analisi dei disegni del paleoartista **Luis Rey**, commentati dal paleontologo **Marco Signore**, studioso di Scipionyx e già noto a molte scuole del Sannio.

Una pausa di riflessione sull'evoluzione della vita: nel pomeriggio sarà qui con noi il professore don **Giuseppe Leonardi**, uno tra i più grandi esperti al mondo di sociologia dei dinosauri e loro orme fossili. Padre Giuseppe, già conosciuto da alcuni allievi della nostra scuola "De La Salle", ci racconterà le esplorazioni che ha condotto in America latina e quella più recente in Messico.

Seguirà l'intervento della professoressa **Carmela Barbera** e poi del paleontologo **Fabio Dalla Vecchia** che aprirà una finestra giurassica sull'Adriatico e ci condurrà in un mondo ormai scomparso.

Nella mattina della seconda giornata **Viohl** illustrerà i giacimenti fossiliferi di Solnhofen in Baviera, considerati tra i più famosi al mondo. I reperti di questo luogo sono custoditi in gran parte nel già citato Jura Museum. Il breve documentario è fruibile alla postazione multimediale allestita all'ingresso.

Nuovamente il paleontologo Fabio Dalla Vecchia proseguirà "oltre" gli itinerari dell'Europa giurassica. Racconterà la sua esplorazione sui terreni cretacici del Libano. Nel pomeriggio il paleontologo **Sergio Bravi** inviterà alla scoperta dei fossili campani. Concluderà il professor **Filippo Russo** che relazionerà le mutazioni climatiche ed ambientali del nostro pianeta leggibili tra i molteplici "volti della Terra" attraverso fossili e ghiacciai.

Il terzo ed ultimo giorno la paleontologia incontrerà l'arte prendendo spunto dalla pietra litografica di Solnhofen che prima ancora di essere nota ai naturalisti veniva utilizzata da artisti molto famosi, quali Toulouse Lautrec, Honoré Daumier, per la riproduzione delle loro opere.

Sarà l'editore **Luigi Romano** che illustrerà la scoperta di Selnefer e l'impatto che ha avuto nella storia di queste arti applicate.

Infine incontreremo nuovamente **Luis Rey** che illustrerà le tecniche per ricostruire dinosauri. Sarà un contributo che interesserà in particolare gli allievi dell'Istituto d'Arte Nicola Giustiniani di Cerreto Sannita, ridente paesino vicino Pietraroja. Mi auguro che ciò possa aprire prospettive nella progettazione di gadgets che sfruttino l'immagine dei reperti fossili di Pietraroja, affinché si veicoli ancor più l'immagine del Sannio

fossilifero, caratterizzato anche dagli affioramenti nelle zone di Baselice, Cautano, Vitulano, Apollosa, Tufara e Montesarchio.

La manifestazione proseguirà con la visita guidata della mostra “*I dinosauri piumati nella paleoarte di Luis Rey*” allestita al Museo del Sannio dove, nel pomeriggio, una Tavola Rotonda sulle **Ipotesi di sviluppo del Parco Geolpaleontologico di Pietraroja** concluderà i lavori. Invito tutti a partecipare. Al termine rilasceremo attestati di frequenza.

Sul retro del programma abbiamo stampato il curriculum dei relatori, affinché possiate notare, voi studenti, quanto impegno e determinazione ci voglia per costruire “pietra su pietra” una carriera professionale anche nel campo della paleontologia.

Quanti fossili di dinosauri si potranno ancora scoprire? Quanti musei potranno ancora sorgere? Quanto turismo scolastico si potrebbe creare?

Mi auguro che a questa seconda edizione di *Incontri con la paleontologia* ne seguano altre, per promuovere nel territorio sannita scambi culturali europei e fondare nel Sannio fossilifero una pietra miliare lungo gli itinerari dell'Europa “Giurassica”.

Grazie per l'attenzione e buon ascolto.



L'Auditorium dell'Istituto De La Salle



Günter Viohl è nato a Berlino nel 1938. Diplomatosi al Liceo Classico si laurea nel 1968 in Scienze Geologiche con indirizzo geomineralogico e paleontologico presso l'Università di Erlangen (Germania). Dal 1968 al 1971 è assistente presso la Cattedra Istituto Superiore di Filosofia e Teologia del Seminario Vescovile di Eichstätt dove è impegnato nell'ambito del rapporto tra scienze naturali e teologia. Dal 1972 al 1975 è Conservatore presso l'Amministrazione delle Collezioni di Storia Naturale dello Stato Bavarese a Monaco e collabora per la progettazione e l'arredo dello Jura-Museum, che, inaugurato nel 1976, espone i reperti del giacimento fossilifero di Solnhofen, considerato il più famoso d'Europa. Nello stesso anno diventa direttore dello Jura Museum ininterrottamente fino al febbraio del 2003; organizza numerose esposizioni e dirige diverse campagne di scavo con particolare riguardo ai livelli del Kimmeridgiano superiore di Schamhaupten, dove nel 1999, ritrova un cucciolo di dinosauro oggi in fase di restauro. Pubblica sull'Annuario dello Jura Museum "Archaeopteryx" numerosi studi sulla paleobiologia e tafonomia del calcare litografico di Solnhofen.

L'Archaeopteryx, specie intermedia tra i dinosauri e gli uccelli a testimonianza dell'evoluzione degli organismi

Günter Viohl

G.Viohl@t-online.de

Jura Museum, Eichstätt

Prima di tutto vorrei ringraziare il professor Campanelli dell' invito. L'ho accettato volentieri, anche perché mi dà l'opportunità di conoscere Pietraraja e la vostra zona. Mi scuso per il mio cattivo italiano. Il mio tesoro di parole è molto ristretto, ma spero di farvi capire. Il tema di questo giorno è "Sulle tracce dei dinosauri". Credo che voi tutti siate affascinati dai dinosauri che si dice si siano completamente estinti alla fine del Cretaceo, circa 65 milioni di anni fa, ciò non è corretto. Alcuni di essi infatti si sono trasformati e vivono ancora oggi fra noi come volatili. Oggi vorrei raccontarvi del primo uccello conosciuto, l'*Archaeopteryx*, che ha vissuto centocinquanta milioni di anni fa nella regione da dove provengo. I suoi resti fossili si trovano nel calcare litografico di Solnhofen del Giurassico Superiore, roccia che viene estratta in molte cave tra cui la più grande è quella di Langenaltheimer Haardt.

Il primo resto dell'*Archaeopteryx* era una penna (fig.1) che fu scoperta nel 1860 nella cava del comune di Solnhofen. Il paleontologo tedesco Hermann von Meyer ne informò il mondo scientifico in una lettera del 15 agosto 1861. Poco dopo, il 30 settembre dello stesso anno, segnalò la scoperta dello scheletro di un animale completamente coperto di piume e ne propose il nome *Archaeopteryx lithographica*. Il nome *Archaeopteryx* deriva dalla lingua greca e vuol dire "penna o ala antichissima". Questi reperti erano eccezionali, perché all'epoca uccelli fossili erano noti solo negli strati dell'era terziaria, mentre per l' *Archaeopteryx* si trattava di strati giurassici, quindi molto più antichi.

Questi resti fossili erano significativi anche per la ragione che rappresentavano una splendida corroborazione della teoria dell'evoluzione. A metà del milleottocento la maggior parte degli scienziati era ancora convinta dell'invariabilità delle specie delle piante e degli animali i quali sarebbero stati creati istantaneamente da Dio, come dice la Bibbia, nonostante fossero stati osservati cambiamenti di fossili in strati susseguenti. Il fondatore della paleontologia dei vertebrati, il geniale anatomista francese Georges Cuvier (fig.2), spiegò questo fenomeno per catastrofi ripetute che avrebbero estinto tutti gli organismi. Dopo un tale evento d'estinzione nuove specie d'organismi sarebbero ripetutamente state create.

Nel 1859 Charles Darwin (fig.3) pubblicò il suo libro "The origin of species by means of natural selection" che ebbe un grande impatto sul mondo scientifico poiché ampiamente documentato di testimonianze e prove. In questo libro Darwin ha fondato la teoria dell' evoluzione sostenendo che le specie degli organismi non sono state create in modo invariabile, ma subiscono cambiamenti permanenti, cioè un'evoluzione continua. Le specie attuali traggono la loro origine da altre specie più primitive del passato geologico. Le cause di questa evoluzione continua sono attribuibili alla variabilità degli organismi ed alla selezione naturale. Gli organismi per salvaguardare la continuità della propria specie generano molti discendenti che possano sopravvivere; essi si distinguono per i caratteri individuali e sono in concorrenza l'uno con l'altro. Quelli che variavano si

adattarono meglio degli altri alle mutate condizioni ambientali e produssero un massimo di discendenti con un minimo consumo d'energia, pertanto reggono alla concorrenza e possono trasmettere in eredità i propri caratteri. Gli altri che non riuscivano ad adattarsi subirono la selezione naturale e vennero eliminati. Nel corso di lungo tempo piccole differenze morfologiche potevano così accumularsi e diventare grandi differenze. Infatti l'evoluzione non è ristretta a livello di specie, ma avviene anche a livello delle categorie sistematiche più elevate come famiglie, ordini e classi. Tutte le forme di vita sono così apparentate. Oggi la teoria dell'evoluzione è diventata la base dello studio della biologia, ma al tempo di Darwin aveva ancora molti oppositori, soprattutto fra i paleontologi (7). La loro obiezione principale era l'evidente mancanza di "anelli di congiunzione" fra le categorie tassonomiche più elevate. I grandi gruppi zoologici sembrava che apparissero improvvisamente e pertanto se l'evoluzione era un processo continuo essa doveva essere documentata maggiormente con forme di transizione che all'epoca mancavano quasi completamente. Darwin si difendeva da questa considerazione spiegando che vi erano lacune nella documentazione paleontologica in quanto i fossili ben conservati erano rari a trovarsi e pertanto non si potevano conoscere tutte le specie del passato. Il processo di fossilizzazione infatti è un fenomeno molto raro in natura. La spiegazione pur essendo giusta, non convinceva gli oppositori della teoria dell'evoluzione.

In questa situazione critica la scoperta dell'*Archaeopteryx* cadde in un momento molto importante del dibattito scientifico, perché questo reperto rappresentava un vero "anello di congiunzione" fra la classe dei rettili e degli uccelli. In particolare fu Thomas Huxley (fig.4), soprannominato il bulldogg di Darwin, ad essere il gran difensore della teoria evoluzionistica in quanto utilizzava nelle sue pubblicazioni l'*Archaeopteryx* come prova della lenta trasformazione degli organismi.

Il primo reperto dell'*Archaeopteryx* (1) (2) fu acquistato dal medico Dr. Carl Häberlein che lo mise in vendita. Il conservatore della Collezione Paleontologica dello Stato Bavarese Andreas Wagner era interessato a comprarlo ed incaricò il suo assistente Albert Oppel a recarsi presso il dott. Häberlein affinché osservasse il reperto nei dettagli memorizzandolo poiché il proprietario ne aveva vietato il disegno. Oppel se ne occupò qualche ora, impresso nella mente i dettagli ed al ritorno a Monaco graficizzò a memoria quello che aveva visto. Successivamente la concordanza con l'originale risultò sorprendente. Sulla base di questo disegno Wagner fece una relazione all'Accademia Reale Bavarese delle Scienze. Lui credeva alla creazione, come è raccontata nella Bibbia, e respingeva la teoria dell'evoluzione di Darwin. Non considerava il fossile come una forma di transizione tra i rettili e gli uccelli, ma come un rettile con piume, e lo chiamò "Griphosaurus", cioè sauro enigmatico. Probabilmente Wagner non voleva pagare molto per il reperto e pertanto il dott. Häberlein lo vendette insieme alla sua collezione completa al British Museum a Londra dove oggi è custodito. L'esemplare fu descritto dal famoso paleontologo inglese Sir Richard Owen (fig.5), oppositore di Darwin, come Wagner. Egli però considerava il fossile un uccello. Owen non era oppositore di Wagner, ma della teoria di Darwin. Darwin non conosceva il fossile e non aveva un'opinione sulla sua posizione tassonomica. In una edizione successiva della sua opera menziona il reperto come uccello primitivo, ma stranamente non ha riconosciuto il suo significato per la teoria di evoluzione in contrasto con Huxley (7).

L'esemplare di Londra mostra benissimo un osso tipico per gli uccelli che è però presente anche nella maggior parte dei teropodi, la furcula, che si è formato dalla

fusione delle due clavicole. Nell'*Archaeopteryx* era ancora robusto e rigido e aveva la forma di un boomerang come quella dei teropodi. Negli uccelli moderni invece la furcula è più gracile e flessibile, come generalmente possiamo osservare nello scheletro dei polli.

Il secondo esemplare dell'*Archaeopteryx* (2) fu trovato in una cava sul Blumenberg presso Eichstätt nel 1876 e fu acquistato dal figlio del dott. Häberlein, Ernst Häberlein, che era impiegato all'ufficio delle tasse. Lui lo vendette allo Stato prussiano. Oggi l'esemplare si trova nel Museo di Storia Naturale di Berlino. È senza dubbio il più bello poiché l'impronta delle penne si è conservata benissimo. Si vede che le prime penne remiganti sono asimmetriche essendo il vessillo anteriore più stretto che quello posteriore. Questo è un criterio per identificare gli uccelli capaci del volo attivo a differenza degli uccelli che hanno perduto la capacità di volare che presentano penne remiganti simmetriche.

Il terzo *Archaeopteryx* (2) è disarticolato e fu rinvenuto nel 1956. Pubblicato da Florian Heller per 10 anni fu esposto nel Museum di Maxberg, poi il suo proprietario, Eduard Opitsch, lo riprese. Dopo la sua morte l'esemplare è sparito. Nessuno sa dove si trova adesso.

Il quarto esemplare di *Archaeopteryx* (2) fu scoperto nel Teylers Museum a Haarlem in Olanda dal paleontologo americano John Ostrom nel 1972. Egli studiando là i pterosauri si accorse di resti fossili su due piccole lastre descritti come *Pterodactylus crassipes* da Hermann von Meyer. Ostrom vide le impronte di penne e gli artigli e comprese che si trattava dei resti di un *Archaeopteryx* (si vedono parti delle gambe e di un'ala). Questo esemplare è in verità il primo *Archaeopteryx*, poichè fu trovato nel 1855 in Baviera in una cava presso Jachenhausen vicino Kelheim.

Il quinto esemplare dell'*Archaeopteryx* (fig.6) fu scoperto nel 1951 dal proprietario della cava Xaver Frey presso Eichstätt, ma pubblicato solo nel 1973. Il rinventore lo vendette al professor Franz Xaver Mayr per le collezioni di Storia Naturale del Seminario Vescovile di Eichstätt. Oggi questo è esposto nello Jura-Museum che si fonda sulle collezioni del Seminario.

L'esemplare di Eichstätt, come è chiamato, è il più piccolo. Si tratta di un individuo giovanile. Le impronte delle penne sono deboli, ma lo scheletro è quasi perfetto. Il cranio è il migliore di tutti, come si vede particolarmente in questa fotografia a luce ultravioletta.

Il sesto esemplare d'*Archaeopteryx* (2) fu acquistato dal defunto sindaco di Solnhofen Friedrich Müller nel 1987. Oggi si trova nel Bürgermeister Müller Museum a Solnhofen (4)

È l'esemplare più grande, quasi il doppio di quello di Eichstätt, ma meno completo, infatti manca la maggior parte del cranio e soltanto la punta del muso si è conservata. Questo esemplare, come quello di Eichstätt, fu descritto da Peter Wellnhofer come *Archaeopteryx lithographica*. Però un collega polacco Andrzej Elzanowski ne vede una nuova specie e persino un nuovo genere che ha chiamato *Wellnhoferia grandis*, in onore di Peter Wellnhofer, a causa di alcune differenze tra cui il quarto dito del piede che ha

solo 4 falangi invece di 5 come negli altri esemplari. L'ipotesi del collega polacco trova opinioni contrastanti.

Il settimo esemplare (2) fu scoperto nel 1992 e venduto dal proprietario allo Stato Bavarese. Si trova oggi nella Collezione Statale di Paleontologia a Monaco. Il fossile è abbastanza completo, ma un po' disarticolato. Fu descritto da Peter Wellnhofer che scoprì per la prima volta nel reperto la presenza di un piccolo sterno ossificato, qui appena visibile. A causa di questo carattere ed altri, Wellnhofer ha fatto di questo esemplare una nuova specie, denominandolo *Archaeopteryx bavarica*.

Di sicuro esistono ulteriori esemplari dell'*Archaeopteryx* in possesso di privati. Il calco di un ottavo esemplare, di cui sono conservate solo una parte del cranio e parti delle estremità anteriori, era stato esposto per un breve tempo nel museo di Bamberg, nel quadro di una mostra speciale, ma nessuno sa dove sia l'originale. Probabilmente è stato acquistato illegalmente, ed il possessore ha paura di presentarsi. In fine un nono esemplare, che si trova in possesso di privati in Svizzera, venne offerto recentemente ad un grande museo tedesco.

Infine il resto di un decimo esemplare è stato rinvenuto quest'anno (2004) e dato in prestito al Bürgermeister-Müller-Museum a Solnhofen.

Qui (fig.7) una mappa del ritrovamento di alcuni esemplari citati.

Dove ha vissuto l'*Archaeopteryx* e sotto quali condizioni si è conservato? Ho detto prima che la probabilità per la conservazione di un organismo è minimale, ma dell'*Archaeopteryx* abbiamo nove esemplari o di più, e ne sono conservati non solo ossi singoli, ma scheletri completi. Tutti gli esemplari sono stati trovati nel calcare litografico di Solnhofen, che amplierò nella relazione di domani e pertanto qui ne darò breve cenno. La stratificazione di questi calcari è finissima e regolare con elementi che indicano un ambiente ostile alla vita. Se in questo sedimento fossero vissuti organismi, avrebbero disturbato la stratificazione.

Ecco una ricostruzione dell'ambiente del calcare litografico di Solnhofen (fig.8), dove potete osservare che sulle terre emerse, contrassegnate dal numero uno, visse l'*Archaeopteryx* in prossimità di un mare poco profondo con rilievi e bacini tra loro intercalati. Le acque di fondo nei bacini erano stagnanti ed ostili, mancavano gli organismi saprofiti e quindi i cadaveri precipitati non venivano mangiati. Tutto questo era un prerequisito fondamentale per la loro conservazione e si trasformavano in breve tempo in fossili. Un'altra condizione era il seppellimento rapido. Responsabili per questo processo erano le tempeste, che, rimuovendo il fango calcareo dai bassi fondali contrassegnati dal numero 3, lo trasportavano nei bacini dove veniva di nuovo depositato, formando uno strato e coprendo le carcasse affondate, che pertanto venivano protette da eventuali disarticolazioni evitando di far perdere informazione alla paleontologia.

Qualche collega ritiene che l'*Archaeopteryx* sia stato trasportato dai venti lontano nei bacini dei calcari nastriformi, ma questa ipotesi non mi convince molto in quanto i nove e più esemplari noti fanno presupporre in quest'area una frequente presenza dell'*Archaeopteryx*. Molti uccelli mesozoici sono noti solo da un singolo individuo, e molte specie fossili del calcare di Solnhofen sono più rare dell'*Archaeopteryx* che, a mio parere, viveva su isole nella vicinanza dei bacini del calcare litografico. Talvolta accadeva che un individuo venisse portato da una tempesta al mare e spinto sulla superficie dell'acqua, dove annegava affondando rapidamente per l'aumento di peso dovuto alla penetrazione di acqua nei polmoni.

Come ha vissuto l'*Archaeopteryx*? Se paragoniamo il suo scheletro a quello di un uccello attuale come un piccione, osserviamo che la cintura toracica era piccola e poco sviluppata. Mancava anzitutto il grande sterno con una cresta. Da ciò si può concludere che l'*Archaeopteryx* era un cattivo volatore e probabilmente incapace di staccarsi da terra e di compiere manovre complicate che sono necessarie per il volo lento anche se la presenza di penne asimmetriche inducono a pensare che l'*Archaeopteryx* fosse capace di volo attivo, ma credo di volo attivo piuttosto primitivo.

Per quanto riguarda il modo di vivere dell'*Archaeopteryx*, esistono due opinioni da lungo tempo contrastanti. Un gruppo di scienziati ritiene che l'*Archaeopteryx* fosse arboricolo ed un arrampicatore. Sono coloro che aderiscono all'ipotesi che il volo attivo degli uccelli si sia sviluppato dall'alto verso il basso, cioè da lanci dagli alberi in giù come nel volo paracadutistico e nel volo planato, come spesso viene illustrato nell'immagine del Protoavis ipotetico di Heilmann. Questi colleghi rimandano agli artigli aguzzi e curvati dell'*Archaeopteryx*. Però tali artigli erano presenti anche nei dinosauri, come mostrano questi esempi.

Altri ricercatori, invece, sono convinti che l'evoluzione del volo attivo degli uccelli derivi dalla corsa veloce come il decollo di un aereo e pertanto ritengono che l'*Archaeopteryx* fosse un corridore.

Alcune illustrazioni (prima ipotesi) ritraggono l'*Archaeopteryx* appollaiato su un ramo di un albero alto in mezzo ad una foresta.

Ci sono due obiezioni contro questo concetto.

La prima obiezione è che l'*Archaeopteryx* non disponeva di manovrabilità per inseguire piccoli animali agili sui rami degli alberi ed inoltre le penne avrebbero costituito un grande impedimento all'arrampicamento.

La seconda obiezione è che nell'ambiente di Solnhofen non abbiamo alcun indizio di foreste con alberi ad alto fusto poiché manca legname galleggiante fossile che indicherebbe la presenza di alberi più alti che nel Giurassico inferiore è molto frequente. Tutte le piante trovate mostrano invece adattamenti all'aridità e purtroppo presentano un cattivo stato di conservazione contrariamente a quanto accade per la fauna fossilizzata. Le piante più frequenti erano conifere con foglie squamiformi. Queste conifere erano succulente con tronchi e rami che funzionavano come serbatoi di acqua, pertanto dovevano essere scarsamente lignificate e quindi, non essendo stabili, non potevano raggiungere altezze superiori ai tre metri. La vegetazione in prevalenza era di arbusti, anche se non si esclude la presenza di singoli alberi ma sempre di piccole dimensioni. Comunque è da escludere la presenza di grandi foreste con alberi ad alto fusto, come spesso viene raffigurato l'*Archaeopteryx*.

Altre illustrazioni di Ostrom (seconda ipotesi) ritraggono l'*Archaeopteryx* come corridore. A prescindere dall'inefficienza di questa maniera di cacciare insetti, si può dire che la proporzione delle gambe dell'*Archaeopteryx* non è quella dei corridori estremi e corrisponde meglio a quella dei fagiani, che di solito camminano lentamente in cerca di foraggio, ma fuggendo possono correre ad alta velocità. Lo zoologo polacco Elzanowski ha avanzato un modello per il modo di vivere dell'*Archaeopteryx* che mi sembra plausibile. Questo viveva normalmente a terra e si nutriva di piccoli animali, essenzialmente d'insetti. Talvolta doveva fuggire dai nemici, probabilmente teropodi predatori ed in tale circostanza riusciva a correre velocemente e vincendo la forza gravitazionale, decollava arrampicandosi per raggiungere posti elevati.

Il modello che abbiamo esposto nel nostro museo è un *Archaeopteryx* in fuga. Probabilmente l'animale per alimentarsi frequentava spiagge ricche di piccoli animali come crostacei e vermi, come viene illustrato in alcune ricostruzioni di Gregory Paul.

L'*Archaeopteryx* può essere considerato come membro intermedio tra i rettili e gli uccelli. Lo scheletro rassomiglia a quello di un teropodo, come appare chiaro da questo paragone con il piccolo teropodo *Ornitholestes*. Tipici per teropodi sono i denti veri, la lunga coda ossea, il cinto pettorale, il bacino, le costole ventrali (Gastralia), le tre dita della mano con artigli e il metatarso le cui ossa non sono ancora fuse.

Il primo che ha avanzato l'idea che gli uccelli discendono dai dinosauri fu Thomas Huxley (fig.4). In una pubblicazione sull'origine degli uccelli del 1868 egli si riferì al *Compsognathus*, un piccolo teropodo rinvenuto nello stesso periodo negli strati di Solnhofen e descritto da Wagner nel 1861. Huxley richiamò l'attenzione dei lettori sulle somiglianze di questo dinosauro con l'*Archaeopteryx*. Naturalmente si rese conto del fatto che *Compsognathus* era contemporaneo dell'*Archaeopteryx* e quindi non poteva essere il suo diretto antenato.

Le somiglianze degli scheletri di entrambe le specie risaltano all'occhio osservando l'esemplare di Solnhofen. Quando Friedrich Müller l'acquistò, pensava che si trattasse di un *Compsognathus*. Mi ricordo ancora, di quando mi invitò di guardare il nuovo reperto. Io sono stato il primo a riconoscere che si trattava di un uccello per la presenza di estremità anteriori lunghe. Nel *Compsognathus* queste estremità sono molto più corte. Pochi paleontologi seguivano Huxley supponendo una discendenza degli uccelli dai dinosauri. La maggior parte pensava che gli uccelli avessero la loro origine nel gruppo dei Pseudosuchia del Triassico, alcuni credevano invece che i coccodrilli fossero i loro antenati.

È stato il paleontologo americano John Ostrom all'inizio degli anni settanta a rianimare la teoria dei dinosauri spinto dal suo studio dei teropodi *Deinonychus* e *Compsognathus*. Detta teoria trovò piena validità a conclusione di una grande conferenza internazionale sull'*Archaeopteryx* che organizzammo ad Eichstätt nel 1984 e che vide la partecipazione di quasi tutti gli esperti e gli esponenti di tutte le teorie.

A supportare l'inconfutabilità di questa teoria sono stati anche i reperti di dinosauri piumati rinvenuti sino al 1996 in Cina, nella provincia di Liaoning (6). Provengono da depositi lacustri che si alternano con rocce vulcaniche. Questi strati, che appartengono alle formazioni di Yixian e di Jiufutang del Cretaceo inferiore, hanno un'età compresa tra i centoventi e centoventicinque milioni di anni ed hanno un'abbondanza di fossili tra cui piante, insetti, crostacei, molluschi, pesci, anfibi, lucertole, tartarughe, pterosauri, diverse specie di dinosauri e di uccelli ed anche un mammifero. Sicuramente si tratta del giacimento paleontologico più ricco del mondo (6). Probabilmente tutti gli animali sono periti durante eruzioni vulcaniche. La conservazione è eccellente, e spesso si trovano i resti di strutture organiche volatili come organi interni, piume ed altre strutture della pelle.

Un fossile abbastanza frequente è l'uccello *Confuciusornis sanctus* (1) di cui sono noti centinaia di esemplari. Ovviamente questa specie conduceva una vita gregaria sulle rive di laghi. Questo esemplare si trova nel nostro museo. Si vedono bene le penne remiganti delle ali. Delle tre dita il primo ed il terzo erano persino più mobili che nell'*Archaeopteryx* e portavano grandi artigli. Si possono ancora discernere le guaine cornee sopra gli artigli ossei. Come nell'*Archaeopteryx* la furcula era ancora primitiva e aveva la forma di un boomerang. Dall'altra parte mancava una lunga coda ossea e le ultime vertebre caudali erano fuse formando un coccige. Al *Confuciusornis* mancavano

anche i denti, e di sicuro aveva un becco corneo. Dunque questo uccello mostra una mistura strana di caratteri primitivi ed avanzati.

Guardiamo adesso alcuni dinosauri piumati. Purtroppo il tempo non basta per mostrarli tutti.

Il primo reperto è un individuo giovanile denominato *Sinosauropteryx prima* che mostra filamenti lungo la colonna vertebrale. Ci sono anche indizi che questi filamenti coprivano anche le altre parti del corpo.

Sinosauropteryx era un predatore e un parente del *Compsognathus*. Ecco una ricostruzione

Caudipteryx zoui aveva vere penne attaccate alle mani e alla fine della coda. La loro struttura simmetrica indica che *Caudipteryx* non era un volatore. Le braccia sarebbero state anche troppo corte per volare. Nello stomaco spesso si osservano piccoli ciottoli, cosiddetti gastroliti, che venivano inghiottiti per aiutare nella digestione del vitto vegetale. Qui una ricostruzione di questa creatura che si trova nel Tyrrell Museum in Canada. Oggi però *Caudipteryx* non viene più considerato come dinosauro piumato, ma come uccello che ha perduto la capacità di volare molto presto nell'evoluzione. Una delle ricostruzioni secondo Rey (5).

Questo è un rappresentante dei *Dromaeosauridae* che non ha ancora un nome. Lascia riconoscere diverse strutture di piume: filamenti singoli e filamenti lunghi che si diramano a ciocche o a spina di pesce.

Si osservano filamenti singoli sulla testa, filamenti lunghi di braccio, alcuni sembrano diramarsi da un asse centrale, si osservano filamenti lunghi di gamba e della coda. Recentemente l'americano Stephen Czerkas ha descritto un altro rappresentante dei *Dromaeosauridae* che ovviamente poteva volare: *Cryptovolans pauli*. Ecco la lastra principale del fossile che aveva una lunga coda ossea. Il cranio è schiacciato, ma si vedono i denti. Ciò che colpisce è uno sterno osseo che mancava alla maggior parte degli esemplari dell'*Archaeopteryx*. La furcula è simile a quella dell'*Archaeopteryx*.

Ben visibili sono le strutture delle penne. Qui un dettaglio. Alcune penne sono asimmetriche, ciò che indica che l'animale era già un volatore. Un altro esemplare incompleto di *Cryptovolans* presenta persino penne più belle. Ecco una ricostruzione dell'animale secondo Czerkas.

Tutti questi reperti ci permettono di ricostruire l'evoluzione delle piume (3) Una volta si pensava che le penne degli uccelli si fossero sviluppate dalle squame dei rettili. Questa idea si è rivelata falsa. Squame si formano in crepe della pelle, piume sono in origine appendici cilindriche e cave che cominciano a crescere in follicoli, piccole cavità della pelle. Analisi biochimiche hanno inoltre mostrato che la ceratina delle penne è diversa da quella delle squame. I fossili della Cina ci mostrano tutti gli stadii dell'evoluzione delle piume che hanno un parallelo nel loro sviluppo individuale. Il primo stadio è un tubo, sopra chiuso, che spunta da un follicolo. Questo stadio si trova nello *Sinosauropteryx*, ma anche in altri dinosauri piumati. Nello secondo stadio filamenti si diramano a ciocche da una parte basale, il calamo, che è impiantato nella pelle. Nel terzo stadio i filamenti si diramano da un asse centrale, il rachide. Il secondo e terzo stadio li abbiamo trovati nel *Dromaeosauride* senza nome. Negli stadi terzo e quarto le barbe e barbule cominciano a formarsi. Per mezzo di uncini microscopici le barbule tengono unite le barbe formando il vessillo. Il quarto stadio sarebbe una penna simmetrica (qui non mostrata), come l'abbiamo visto in *Caudipteryx*, ma come è presente anche in tutti gli uccelli. Il quinto stadio è la penna remigante asimmetrica

degli uccelli capaci del volo attivo che abbiamo visto in *Archaeopteryx* e *Confuciusornis*, ma anche in *Cryptovolans*.

Ecco una rappresentazione grafica detta cladogramma che indica le relazioni di parentela tra i dinosauri e gli uccelli. Non vorrei entrare nei particolari a tal proposito. Le forme rinvenute in Cina sono marcate giallo e i dinosauri piumati sono sottolineati. Tutti sono *Coelurosauria* ai quali appartengono, secondo la sistematica filogenetica moderna, anche gli uccelli, la classe *Aves*. Questi sono qui caratterizzati fra l'altro dal possesso originale di "Flugfedern", cioè penne remiganti asimmetriche e dalla capacità di volare. Ma questo non vale più, come abbiamo visto. Anche fra i *Dromaeosauridae* c'erano forme con penne asimmetriche che potevano volare.

In questa ricostruzione anche Stephen Czerkas s'immagina *Deinonychus* lungo 3 metri coperto di piume e penne.

Dunque i reperti della Cina documentano benissimo la transizione tra i dinosauri e gli uccelli. Però tutte queste forme sono di circa 30 milioni di anni più giovani dell'*Archaeopteryx* ed erano a loro tempo già "fossili viventi". L'evoluzione vera e propria degli uccelli doveva essere avvenuta precedentemente e cioè nel Giurassico. Purtroppo abbiamo pochi teropodi fossili di quest'epoca e la loro conservazione non è paragonabile a quella dei fossili della Cina. In Germania abbiamo finora soltanto il *Compsognathus* (un altro esemplare della stessa specie, ma di taglia doppia, si trova in Francia).

Per questa ragione è stata di grande importanza nel 1998 la scoperta di un piccolo teropodo, un dinosauro basale (fig.9) durante uno scavo del nostro museo presso Schamhaupten nella parte orientale del distretto di Eichstätt. Gli strati dove il fossile fu rinvenuto appartengono al Kimmeridgiano superiore e sono 1 - 2 milioni di anni più antichi degli strati di Solnhofen. I fratelli Hans e Klaus-Dieter Weib sono i rinventori del fossile. Essi lavoravano come aiutanti volontari del nostro museo.

Finora abbiamo soltanto il cranio che è lungo circa 9 cm, un centimetro più lungo di quello di *Compsognathus*. Dai numerosi pori nelle ossa e dal loro basso grado di fusione si può desumere che si tratti di un individuo giovanile. La preparazione è estremamente difficile, perchè la pietra è silicizzata, più dura dell'acciaio.

Tipici sono i denti curvati indietro e crenati al loro margine posteriore. Sono molto simili a quelli di *Cryptovolans pauli*, benchè più grandi. Però non vorrei dire che il nostro dinosauro è imparentato con *Cryptovolans* e appartiene ai *Dromaeosauridae*. La somiglianza dei denti è forse una convergenza. Per la determinazione definitiva dobbiamo aspettare fino alla preparazione del resto dello scheletro che è in fase di ultimazione. La maggior parte del fossile è stato rilevato, solo la coda è ancora nella pietra. Lo scheletro è completo in contrasto a ciò che mostra la tomografia, ma non sono visibili tracce di piume.

Gli strati che hanno contenuto il teropodo sono calcari laminati e silicizzati. Le lamine scure sono probabilmente veli microbici che hanno anche ben conservato i fossili.

Questo giacimento ha fornito un'abbondanza di altri fossili, piante, invertebrati ed anche vertebrati. Vi mostro alcuni esemplari: un bel pesce, *Lepidotes*; una tartaruga conservata a tre dimensioni che è stata preparata da due lati unico esemplare completo di questa specie, *Solnhofia partonsi*; infine un altro piccolo rettile, *Leptosaurus pulchellus*.

È probabile in futuro che questi strati possano fornire un altro teropodo oppure un antenato dell'*Archaeopteryx*. Purtroppo il nostro scavo è terminato.

Il professor Campanelli mi ha suggerito di fare un accenno al rapporto tra evoluzione e creazione.

I reperti dell'*Archaeopteryx* e dei dinosauri piumati cinesi dimostrano benissimo la transizione continua tra due categorie sistematiche elevate, in questo caso tra due classi. Quindi sono una conferma splendida della teoria dell'evoluzione, anche se non sono prove in senso stretto come nella matematica.

Ma la teoria dell'evoluzione non è necessariamente in contraddizione con il concetto della creazione trattata dalla Bibbia?

Ad una considerazione superficiale forse sì. Però dobbiamo renderci conto che la Bibbia non è solo la Parola di Dio, ma anche l'opera dell'uomo. Contiene verità grandi e profonde che sono importanti per la nostra vita, per la nostra salvezza, ma queste verità sono espresse in un modo che corrisponde alla cultura ed alla visione del mondo degli scrittori sacri. Dio li ha ispirati, ma non ha dettato loro i testi. Perciò non dobbiamo leggere questi come rapporti storici o scientifici. Se lo facciamo pure e li comprendiamo letteralmente, sbagliamo la verità profonda. Penso che questa sia l'opinione condivisa dalla maggior parte dei teologi cattolici che normalmente non hanno grandi problemi con l'evoluzione. Di opinione diversa sono alcune sette fondamentalistiche protestanti che insistono sull'interpretazione letterale della Bibbia e per questa ragione respingono la teoria dell'evoluzione. Questi hanno grande influenza negli Stati Uniti, e in qualche Stato hanno ottenuto legalmente che nelle scuole il racconto della genesi sia trattato come teoria alternativa a quella dell'evoluzione. Che malinteso! La Storia della creazione nella Bibbia non vuol essere una teoria scientifica, e naturalmente non segue i criteri di una teoria scientifica.

L'intenzione della storia della creazione di fatto sono due racconti composti più tardi e ci dice che tutte le cose, noi inclusi, hanno origine da Dio e sono buone. Evoluzione e creazione non sono contraddizioni, ma aspetti supplementari della stessa realtà. La scienza parla dell'evoluzione, la fede della creazione, ma si tratta della stessa cosa perché Dio crea attraverso e nell'evoluzione. Lui è presente nei nostri cuori, ma anche nelle stelle, nel mare, nei fiumi, nei monti, nei fiori, negli alberi, negli animali. Questo è un gran mistero della fede che non possiamo comprendere con il nostro intelletto, ma forse sperimentare, se Lui ci dà la grazia. Con questa riflessione teologica vorrei concludere e vi ringrazio per l'attenzione.

Domanda

Professor Antonio Mazzarelli.

Docente di Scienze del Liceo Classico "P. Giannone" di Benevento

Gli esemplari di *Archaeopteryx* che sono stati descritti appartengono alla stessa specie oppure sono specie diverse di uno stesso genere o ancora appartengono a generi diversi?

Risposta

L'esemplare di Solnhofen è stato attribuito da Elzsanowski ad un nuovo genere, *Wellnhoferia grandis*, mentre l'esemplare di Monaco è stato attribuito da Wellnhofer ad una nuova specie, *Archaeopteryx bavarica*, per la presenza di un piccolo sterno ossificato, ipotesi che però sembrerebbe smentita sulla base di recenti studi di prossima pubblicazione (8) che invece evidenzerebbero il coracoide.

Se tale attribuzione sia giustificata o meno ci sono varie opinioni.

Uno dei problemi è che i criteri paleontologici, con cui si definisce una specie, non sempre coincidono con i criteri biologici, inoltre per *Archaeopteryx* ci troviamo di fronte ad un animale intermedio tra rettili ed uccelli; entrambi seguono differenti evoluzioni nell'accrescimento osseo dalla fase di cucciolo alla fase di adulto. I rettili crescono per tutta la vita, un po' meno in vecchiaia, mentre gli uccelli raggiungono rapidamente le dimensioni caratteristiche dell'adulto e poi le conservano fino alla morte. E' saggio quindi pensare che gli esemplari descritti rappresentino diversi stadi di accrescimento di un'unica specie che cresceva in modo continuo come i rettili, ma è anche possibile che le differenze rilevate tra i diversi *Archaeopteryx* siano attribuite ad un dimorfismo sessuale.

Resta comunque esclusa la possibilità che le differenze tra i diversi esemplari siano attribuite a cambiamenti evolutivi che non si possono realizzare nell'arco di soli 500.000 anni o forse anche la metà, essendo questo l'intervallo di tempo a cui si riferisce tutta la serie dei fossili di Solnhofen.

In definitiva possiamo affermare che la paleontologia è una scienza in evoluzione e la classificazione di animali vissuti milioni di anni fa è in continua revisione e dipende molto dalle scoperte di nuovi esemplari appartenenti allo stesso genere o stessa specie.

Domanda

Professor Piero La Brocca

Docente di Scienze del Liceo Classico "De La Salle" di Benevento

Esiste un antenato dell' *Archaeopteryx* tale da associare la comparsa degli uccelli in tempi ancora più antichi ?

Risposta

Protoavis texensis scoperto nel 1994 negli affioramenti del Triassico superiore del Texas è considerato da Chatterjee uccello fossile più antico sino ad ora conosciuto, ma questo viene messo in dubbio dalla maggior parte dei colleghi. Lo stato di conservazione del fossile è insufficiente. Si tratta di ossa disarticolate e mancano le penne. La somiglianza di alcune ossa con quelle di uccelli potrebbe basarsi su convergenza. Potrebbe trattarsi anche dei resti di un piccolo dinosauro. In ogni modo l'*Archaeopteryx* resta l'uccello fossile più antico finora conosciuto. Naturalmente deve aver avuto antenati più antichi che probabilmente potranno essere scoperti.

Approfondimenti consigliati

(1) “*Die Solnhofener Plattenkalke ein Fenster in die Erdgeschichte*“ (I Plattenkalke di Solnhofen: una finestra nella storia della Terra). - © 2003 H. Haas - Jura Museum Eichstätt - Cd Rom interattivo multimediale (costo 25 €) nel quale sono visibili i reperti menzionati oltre ad innumerevoli altri fossili e filmati. Al momento è disponibile solo in lingua tedesca e prenotabile al seguente indirizzo e-mail: haas@jura-museum.de (Sig. Hans-Dieter Haas, responsabile ufficio vendite dello Jura Museum di Eichstätt).

- (2) www.dinoeggs.com/fossils/casts/archaeopteryx/data.html
Sito che riporta le immagini di sei esemplari di *Archaeopteryx*
- (3) <http://digilander.libero.it/summagallicana/Volume1/origine.htm>
Sito dedicato alla storia del pollo e quindi all'origine ed evoluzione degli uccelli.
- (4) www.museum-auf-dem-maxberg.de
Sito internet del Museo di Maxberg
- (5) www.luisrey.com
Sito del paleoartista Luis Rey, dove sono ricostruzioni dei dinosauri-uccelli citati.
- (6) www.ngensis.com/nk.htm
Sito cinese (anche in inglese) dei giacimenti della provincia di Liaoning-Xiaong
- (7) www.talkorigins.org/faqs/precursors/precursnatset.html
Sito in lingua inglese di John Wilkins sulla teoria darwiniana e suoi precursori.
- (8) Tischlinger & Wellnhofer (gennaio 2005) in corso di stampa.
Recenti studi su *Archaeopteryx*



FIG. 1 Primo indizio di *Archaeopteryx* :
una penna fossilizzata scoperta nel 1860

Studiosi dell'epoca



FIG. 2 *George Cuvier* anatomista francese.

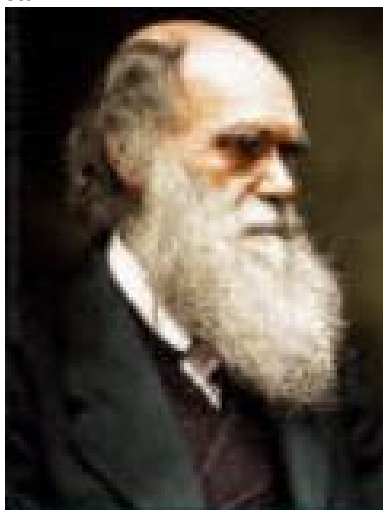


FIG. 3. *Charles Darwin* geologo.

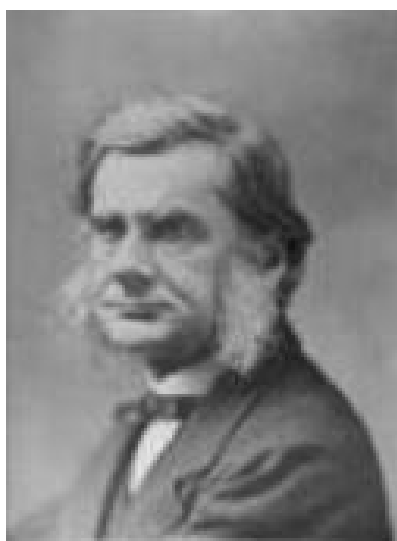


FIG. 4 *Thomas Huxley*



FIG. 5 *Richard Owen*
oppositore della teoria darwiniana



FIG.6. Quinto ritrovamento di *Archaeopteryx lithographica* (esemplare di Eichstätt) custodito nello Jura Museum

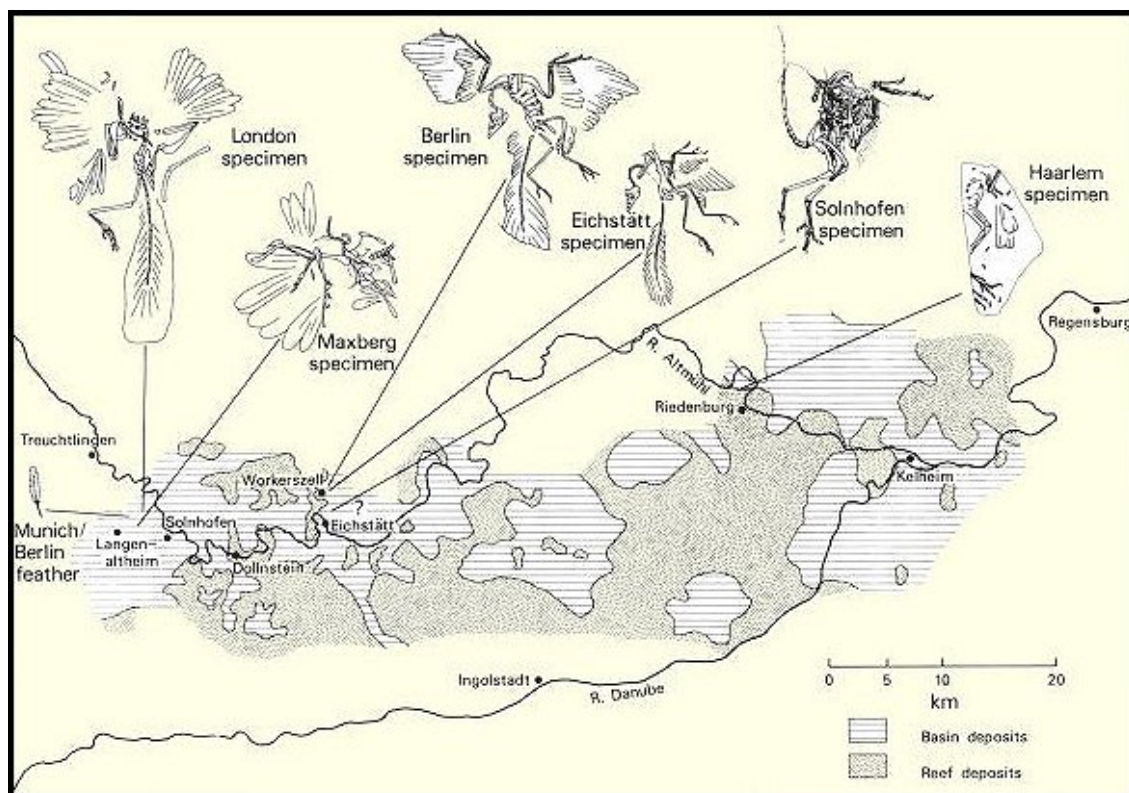


FIG. 7 Localizzazione dei ritrovamenti di *Archaeopteryx*

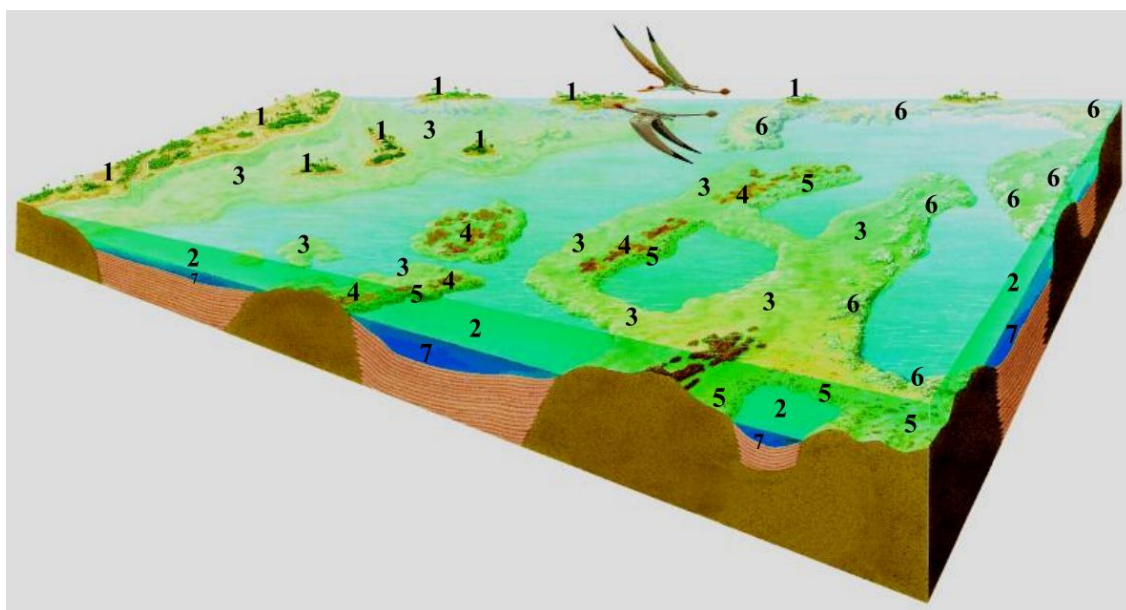


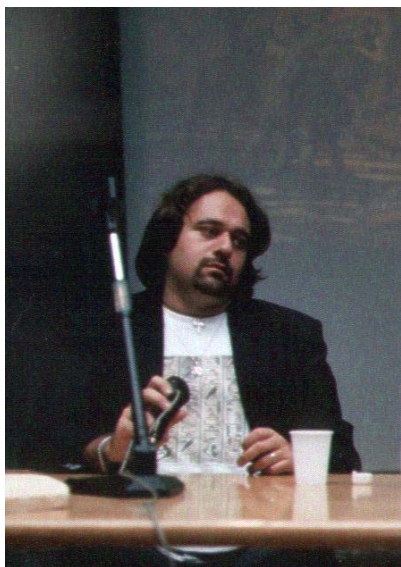
FIG. 8 Ricostruzione dell'ambiente dove visse *Archaeopteryx* (1) Terra emersa con *Archaeopteryx*



FIG. 9 Cranio di teropodo rinvenuto nei giacimenti di Schamhaupten (Baviera)



Luis V. Rey, spagnolo, cresciuto ed educato in Messico, si è diplomato nel 1977 presso l'Accademia delle Arti Visuali di San Carlos (UNAM). Attualmente vive a Londra ed esercita da oltre vent'anni la professione di illustratore e scultore surrealista per ricostruzioni paleontologiche. I suoi principali ispiratori sono stati Robert Bakker e Gregory S. Paul, che per primi hanno dato una specifica identità morfologica ai dinosauri. Ha lavorato recentemente con Giorgio Olshevsky, con William Blows, partecipando a numerose mostre in tutto il mondo ed in particolare negli Stati Uniti d'America, Messico, Spagna e Londra nel 1977. Pubblica per diverse Case Editrici come la *Usborne*, *Kingfisher*, *Wayland Editori*, *Marvel Comics* e lavora per collezionisti privati negli USA. E' membro della Società di Paleontologia dei Vertebrati e sostenitore dell'ipotesi che il metabolismo alto dei dinosauri riconduca alla teoria che gli uccelli siano loro diretti discendenti. Autore di numerosissime opere illustrate tra cui *Extreme Dinosaurs* distribuito in Canada dalla *Raincoast Books* (2001), e *Field Guide of Dinosaurs* in collaborazione con Henry Gee, Barrons-Quarto (2003).



Marco Signore è nato a Napoli nel 1971. Si diploma al Liceo Classico e si laurea in Scienze Naturali nel 1996 presso l'Università Federico II. Nel 2001 consegue il prestigioso dottorato di ricerca presso l'Università di Bristol in Inghilterra specializzandosi in paleobiologia ed occupandosi della morfologia funzionale ed adattiva degli organismi fossili con particolare attenzione ai dinosauri carnivori, ai rettili marini ed ai mammiferi quaternari. Fa parte del gruppo di studio sullo *Scipionyx samniticus*, che ha pubblicato insieme a Dal Sasso sulle riviste internazionali *Nature* e *Science*. Nel 1999 diventa consulente scientifico per la mostra *Un dinosauro a Pietraroja*, allestita a Benevento presso la Rocca dei Rettori, collaborando con la Facoltà di Scienze dell'Università del Sannio. E' socio fondatore della Onlus sannita *Un Futuro a Sud*, oltre membro della *Society of Vertebrate Paleontology*, della *Dinosaur Society UK* e della *Paleontological Society* statunitense. Ha scritto molteplici articoli scientifici divulgativi sulla paleontologia ed è autore del libro *Una vita per i dinosauri. Scipionyx e le nuove scoperte della paleontologia, i fossili raccontano* edito dalle Edizioni Il Chiostro nel 2000.

Dai draghi ai passerotti **L'impatto psicologico nell'immaginario collettivo**

Luis V. Rey

luisrey@ndirect.co.uk

Marco Signore

Università Federico II Napoli

normanno@marcosignore.it

Le due pagine introduttive del popolare *Eyewitness Book of Dinosaurs* (Dorling Kindersley 1990) **(1)** la dice tutta. “Cos'erano i dinosauri?” si legge nel titolo, mentre su entrambe le pagine campeggia l'enorme foto di un'iguana fotografata. L'opera risultò già obsoleta al momento dell'uscita a seguito delle numerose scoperte nel campo paleontologico e quindi il diverso modo di rappresentare i dinosauri che sembravano essere tanto lontane dalle iguane quanto lo sono le lucertole dagli uccelli; si pensava perciò ad una nuova edizione **(A)**. Ma l'iguana del libro rievoca più pregiudizi sull'immagine popolare dei dinosauri di quanto si possa pensare e mi offre lo spunto per raccontarvi una psicostoria attraverso gli anni che furono caratterizzati da accesi dibattiti tutt'ora in corso.

Tutto ebbe origine dalle prime formali descrizioni scientifiche dei dinosauri fatte nel XIX secolo, quando i paleontologi *Mantell* e *Buckland* **(fig.1a,1b)** ritrovarono i primi grandi resti di rettili e li considerarono appartenenti a lucertole lunghe oltre 30 metri. Nel 1842 il naturalista Richard Owen **(fig.1c)** inventò il nome “Dinosauria” per descrivere i resti sparsi di questi animali che egli considerava strutturati più come mammiferi che rettili moderni conosciuti. Queste gigantesche creature erano differenti da qualsiasi animale vivente mai visto, e di conseguenza gli artisti iniziarono a ricostruirle in modo da farle apparire alieni agli occhi del pubblico, creature enormi in cui intere “cene” potevano essere ospitate.

Davvero incredibile per quei tempi!

Il problema è che i dinosauri non sono solo “grandi” o mostruosi, ma erano anche uno specifico gruppo di rettili con particolari caratteri anatomici che Owen aveva riconosciuto, come il numero di vertebre nell'area pelvica, la postura, etc. Fino al 1870 le nuove scoperte di animali quali *Compsognathus* furono inserite tra i dinosauri, perché quadravano perfettamente con i caratteri anatomici basilari dei ‘Dinosauria’ descritti da Owen pur essendo grandi quanto un terrier o un pollo, o persino più piccoli. Tomas Huxley **(fig.1d)** stava audacemente considerando un “anello di congiunzione” evolutivo tra i dinosauri e gli uccelli rappresentato da *Archaeopteryx*, un uccello primitivo di dimensioni simili a quelle di un corvo.

Inutile dire che l'immagine di Huxley non era certo di quelle che restano impresse nelle menti della gente. Per una stampa affamata e pronta a sfruttare qualsiasi cosa fosse visivamente d'impatto, un femore lungo due metri appartenuto a qualche animale alto diversi piani di un palazzo sembrava più spettacolare sulle prime pagine di qualsiasi piccolo dinosauro, anche se quest'ultimo era parente degli uccelli.

Ma i dinosauri erano dinosauri, e gli uccelli erano uccelli. Come potrebbe essere che un gigante come ‘*Brontosaurus*’ fosse virtualmente imparentato direttamente con un piccolo *Archaeopteryx* ?

Per un evoluzionista la cosa non è tanto difficile; i dinosauri compaiono nel record fossile 220 milioni di anni fa ed hanno avuto una durata evolutiva lunga almeno quanto quella dei mammiferi. La maggior parte dei cladi dinosauriani è estinta, ma noi ora sappiamo che gli ultimi dinosauri sopravvissuti si sono differenziati in tale maniera da essere inclusi in una classe a parte: Aves. Il segreto sta nel guardare l'intero schema e non solo i dettagli. Dopo tutto, noi abbiamo gli elefanti e i topiragno, e li riconosciamo entrambi come mammiferi. Ma in quei primi giorni dello studio dei dinosauri c'era un altro problema: non si supposeva che i "dinosauri" avessero una 'classe'. In quei giorni, almeno per la stampa, i 'dinosauri' erano semplicemente enormi rettili estinti il che a livelli popolari includeva i tecodonti, i pelicosauri, i rettili marini, gli pterosauri e spesso anche i mammut! La 'classe' non aveva l'importanza che riveste per noi oggi, contavano solo le dimensioni.

Grosso e preistorico? Deve essere un dinosauro!

Non c'era una sola ricostruzione popolare dei dinosauri in passato che non fosse enorme ed usualmente comparata accanto a piccolissimi umani pensanti.

Così è in questo contesto che la nostra iguana della DK entra perfettamente. L'immagine rimasta in tutte le menti sin dalla fine del XIX secolo era quelle di gigantesche e mostruose lucertole a sangue freddo e ciò incontrava anche i favori delle menti creazioniste orientate verso la religione ed il loro concetto di "*Behemoth*", creature immense della mitologia, distrutte dal Diluvio Universale.

Archaeopteryx e qualsiasi altro animale 'intermedio' non rappresentavano notizie confortanti per la correttezza dell'interpretazione scientifica. Non si supposeva che le specie si trasformassero in altre specie, almeno non nelle menti della popolazione e dei suoi tutori religiosi. La puzza di 'imperfezione' o di 'animali mezzi fatti' non era né ben accetta né 'sicura' per il credo in un unico Dio onnipotente che aveva pur permesso a creature così basse ed imperfette di dominare la terra per circa 160 milioni di anni. I 'dinosauri' erano perfetti come li dipingeva la stampa: le loro pure e semplici dimensioni da sole li rendevano quasi invulnerabili ai pensieri della mente umana. I loro scheletri montati erano lì, possenti ed immensi... né più, né meno. Essi divennero l'icona dell'infanzia di ognuno e i co-protagonisti di innumerevoli film che includevano così tanti combattivi 'giganteschi' cocodrilli e lucertole mascherati che in qualche modo interagivano con anacronistici e terrorizzati umani, e spesso se li mangiavano pure!

La scienza dei dinosauri fu relativamente florida fino agli anni '20 del XX secolo, dopo dei quali non fu fatta virtualmente alcuna ricerca fino agli anni '60 dello stesso secolo. La maggior parte dei paleontologi lavorava sui mammiferi, ed Heilmann chiuse la ricerca sulle origini degli uccelli in quanto il problema sembrava irrisolvibile per la mancanza di clavicole in tutti i resti fossili ritrovati fino ad allora. Era quindi consolidata l'opinione che i dinosauri non fossero imparentati con gli uccelli.

I dinosauri erano rettili enormi che improvvisamente divennero obsoleti, destinati ad estinguersi e sopraffatti dal *design* superiore dei mammiferi. Punto. L'equazione era gradevole:

Dinosauri = Obsoleti = Estinti.

Solo quando finalmente si scoprirono le clavicole dei dinosauri, e noi sappiamo bene ora che tutti i teropodi le avevano in una forma o in un'altra, i dinosauri iniziarono il lungo processo di rivendicazione dall'essere stereotipi del "vicolo cieco" in senso evolutivo.

La storia iconografica dei Dinosauria è un perfetto compendio dei pregiudizi della scienza ed anche un buon riflesso della natura umana. Tanto potente è stata quell'immagine di lucertole enormi molte volte abiurata dopo anni di moderni studi che centocinquanta anni dopo ancora la si vede rappresentata nei libri divulgativi, quasi immutata.

Come umani noi sentiamo la necessità di 'descrivere e denominare' ciò che per prima appare; che dire ad esempio della storia di "mamma *Oviraptor*"? (fig.2) (F). È il nostro modo di comprendere e convivere con la realtà. E noi siamo all'eterna ricerca di un certo livello di sicurezza la quale passa attraverso il filtro della ricerca, dei limiti della conoscenza generale e naturalmente attraverso l'imbuto della cultura e della psicologia personale.

Così, lo scopo primo di Huxley di rendere i dinosauri specie speciali o 'intermedie' rimase sepolto per qualche tempo. Per alcuni scienziati del XIX secolo, ed era anche lo status quo generale, un rettile era un rettile, anche se si dovevano spezzare schiena e coda di un esemplare del dinosauro *Iguanodon* per permettergli di trascinarla appropriatamente sul terreno. Se i sauropodi venivano ricostruiti correttamente con una postura simile a quella degli elefanti, qualche scienziato tedesco l'avrebbe corretta, facendoli camminare 'sprawled' (cioè con le zampe ad angolo retto rispetto al corpo, NdT) anche se poi doveva inventare delle trincee per permettere all'animale di trascinarsi dietro il corpo. Se c'erano tante impronte di dinosauro ritrovate ma nessun evidente segno di trascinamento della coda, era solo "*perché le loro code fluttuavano nell'acqua bassa*" (R.T. Bird a Barnum Brown circa le piste di sauropodi a Davenport Ranch, Mayan Ranch e Paluxy). Per altri ricercatori, i dinosauri non potevano neppure camminare sulla terraferma, perché avevano bisogno dell'acqua per reggere il loro enorme peso.

Ed è proprio così: i dinosauri erano così peculiari che andavano oltre ogni preconconcetto rettiliano che la gente potesse avere all'epoca. Le prime coraggiose, intraprendenti ricostruzioni erano come se aveste alcuni o molti pezzi per ricostruire un'auto... senza averne mai vista una! 'Rettile', nel caso dei dinosauri, è una descrizione abbastanza pericolosa ed incompleta se si assume come modello i rettili moderni.

Comunque, accorrevano scienze ed anatomia comparata. Un qualsiasi anatomista funzionale avrebbe usato le prove disponibili per ottenere un quadro più o meno accurato. Sfortunatamente, il fatto che *Iguanodon* abbia denti di forma simile a quella delle iguane non significa necessariamente che l'animale avrebbe avuto un cranio simile all'iguana ma molto più grosso, o un corpo da iguana gigante, inoltre il fatto che una spina ossea sia stata trovata tra i resti dell'animale non significava necessariamente un corno sulla punta del muso, in seguito si è scoperto che la spina era in realtà il pollice dell'animale (B).

L'unica soluzione per ricostruire immagini più accurate consisteva nel ritrovare resti fossili più completi oltre che ad un approccio che utilizzasse l'anatomia funzionale. Fu così che quelle antiche ossa mostrarono che un dinosauro quadrupede aveva una posizione eretta compulsiva più simile a quella dei mammiferi che a quella di qualsiasi altro rettile noto, ma c'erano anche molti che erano animali bipedi obbligati che camminavano quasi paradossalmente come uccelli! Conosciamo bene l'antica 'maledizione' dei rettili: il ventre a terra o almeno trascinare la coda sul terreno e siccome alcuni dinosauri apparivano bipedi, furono inventate assurde posture tipo canguro, coscienziosamente interpretando male i dettagli anatomici e spezzando ossa nel processo di ricostruzione scheletrica!

Ma più inquietante era l'idea che una postura tipo mammaliano o aviano potesse implicare che questi rettili fossero davvero speciali e forse più attivi di qualsiasi rettile noto oggi... forse persino a sangue caldo!

È sorprendente come alcune di queste conclusioni iniziali, e più audaci, siano rimaste in letargo per tanto tempo. Tale è il potente effetto dell'Icona. La confortevole visione dei dinosauri come una specie di gigantesco mix di specie rettiliane estinto e non direttamente imparentato con alcuna specie attuale eccetto forse che con i coccodrilli, era abbastanza forte da mantenere gli studi sui dinosauri fermi per molto tempo!

Quegli artisti che osarono ritrarre dinosauri innovativi durante l'"Oscurantismo della dinosaurologia" catturarono immediatamente l'immaginario, e divennero loro stessi delle icone: Charles R. Knight, Rudolph Zallinger e Zdenek Burian (fig.3). Nessuno avrebbe osato criticarli o competere con loro. Le loro immagini erano la fonte: riciclate senza pietà in ogni possibile pubblicazione mediatica 'popolare'.

Tutto ruotava e ruota attorno alla potenza dell'immagine che tante volte si eleva oltre la scienza. Immagini potenti come il *Tyrannosaurus* al Natural History Museum di New York divennero icone anche se l'animale era montato nella postura sbagliata. Da notare il perseverare di questa immagine anche nella moderna, originale, attraente copertina del romanzo di Crichton "Jurassic Park", o anche nell'altrettanto moderno *Tyrannosaurus* della serie DK Eyewitness (1), che ha il beneplacito del Museo di Storia Naturale di Londra. Non tutti i media metterebbero in discussione la vecchia icona (C).

Passarono quasi cinquanta anni, ed arrivarono gli anni '60. John Ostrom (fig.3c) ritrovò e descrisse *Deinonychus*, un agile dinosauro dai caratteri aviani con un artiglio a falce sulle zampe posteriori che era tenuto lontano dal terreno quando l'animale correva. Ostrom dette inizio ad una marea di domande rispolverando i vecchi esemplari di *Archaeopteryx* paragonandoli col *Deinonychus* e constatando che le ossa erano straordinariamente simili con l'unica differenza che il *Deinonychus* era lungo tre metri. Il seguace di Ostrom, "l'eretico" Robert Bakker (fig.3d), creò una nuova icona dei dinosauri disegnando *Deinonychus* mentre correva (3), davvero diversa da altri dinosauri. I suoi suggerimenti divennero un punto di svolta nell'iconografia dei dinosauri e taluni, come i ceratopsidi ed i dinosauri a becco d'anatra, vennero illustrati con guance mammaliane (D). Anch'io ho risentito di questo nuovo influsso e detti la mia interpretazione al *Deinonychus* (4).

I dinosauri sembravano sempre meno dei rettili troppo cresciuti.

I tempi stavano cambiando e partiva in "sordina" la rivoluzione dei dinosauri "moderni" già iniziato da Huxley nel XIX secolo.

Improvvisamente una grande esplosione negli anni '70 e '80 con articoli di copertina nel National Geographic e libri famosi come "*The Hot Blooded Dinosaurs*" di Adrian Desmond e subito dopo "*The Dinosaur Heresies*" di Robert Bakker.

Comunque il grande pubblico ancora non vi badava più di tanto.

In una mostra itinerante di dino-arte chiamata "Passato e Presente dei Dinosauri", organizzata da un nuovo gruppo di artisti, i dinosauri vennero presentati in una nuova chiave 'moderna': dorsi orizzontali, zampe tenute verticali sotto il corpo, code alzate che non toccavano terra, agili ed eleganti. E talvolta grazie ad artisti come Gregory S. Paul i dinosauri vennero ricostruiti in una tale maniera peculiare da non somigliare a nessun animale conosciuto.

Anzi, di più: essi erano apertamente invocati come antenati degli uccelli, probabilmente a sangue caldo ed alcuni anche ornati di penne.

Tutto questo naturalmente diede inizio ad una nuova ondata di controversie ed i paleoartisti furono accusati di operare con troppa fantasia. C'era tanto risentimento e perplessità nei confronti di questi rapidi drastici cambiamenti alla potente immagine della vecchia icona.

Le prove che i dinosauri avessero una pelle scagliosa erano frammentarie e ristrette agli animali più grandi di cinque metri, come gli ornitismi ed i ceratopsidi. I primi erano mummie di adrosauri quasi complete che mostravano in maniera inequivocabile una pelle ricoperta da piccole scaglie non sovrapposte simile ad una pelle nuda vista da lontano, incluse le pieghe; i secondi invece evidenziavano piccole scaglie disposte in disegni attorno a scaglie più grandi.

Nessuno era in possesso di prove che documentassero la pelle scagliosa su dinosauri più piccoli di due metri.

Siccome molti scheletri di dinosauro erano così simili strutturalmente agli uccelli, era abbastanza logico pensare che alcuni esemplari più piccoli potessero essere imparentati con loro ed esser coperti di penne; ma il dibattito già iniziato era sul punto di entrare in una nuova fase di controversie.

Le nuove ricerche portarono altri cambiamenti che vennero accettati più rapidamente e portarono improvvisamente i dinosauri ad essere considerati come 'animali viventi' che dominarono la Terra per milioni di anni, interagivano ben oltre le proverbiali e cruento 'scene di lotta', che avevano un comportamento sociale ed erano buone madri che badavano ai loro nidi e che avevano persino una vita sessuale.

Fu così che i 'draghi' psicologicamente accessibili ed umanizzati furono finalmente accettati.

Ma in qualche modo i dinosauri venivano ancora mal rappresentati da buona parte dei media e si preferiva rappresentare i dinosauri ritoccando le imprecise copie delle vecchie bozze anzichè basarsi sul metodo scientifico della ricostruzione delle ossa. La nuova ondata di artisti-paleontologi che cercavano di dare ai dinosauri una nuova immagine fu ignorata per molti anni e vi furono molte controversie con il mondo accademico.

La nuova 'rivoluzione' nella nostra comprensione dei dinosauri stava raggiungendo tutti gli aspetti dei media, solo che lo faceva piano piano... molto piano piano.

Per gli anni '90, la rivoluzione si era espansa non solo tra i libri o i giornali ma anche nei musei che iniziarono a rimontare i vecchi scheletri, a correggere gli errori storici e ad eliminare i pregiudizi. Tra essi il famosissimo American Museum of Natural History di New York cambiò la postura del suo iconico *T. rex* portando corpo e coda in orizzontale e ad anche alzare la coda dell'*Apatosaurus*, a cambiare la testa che per decine di anni era stata quella di un *Camarasaurus*.

Tutta l'operazione mediatica costò parecchi soldi, ma non si fanno investimenti senza una valida causa! Adesso occorreva accompagnare una rivoluzione accademica mai abbastanza evidente agli occhi del pubblico.

In questo contesto Hollywood segnò un momento importante. Quando arrivò il film Jurassic Park, che contribuì in maniera ineguagliabile al ritorno dei dinosauri nella cultura popolare, il regista incorporò molto delle nuove ricerche anche se decise che un *T. rex* accurato al 60% era meglio di uno accurato al 100% (C) e che gli allora probabili cacciatori piumati dalle dimensioni di un cane *Velociraptor* dovevano esser rappresentati senza piume, con l'intelligenza di uno scimpanzé e quattro o due volte più grandi, ciò sfruttando un errore interpretativo del *Velociraptor* scambiato per il più grosso *Deinonychus*.

La ragione? Motivi commerciali.

Probabilmente il pubblico si sentiva più affezionato a superpotenti grandi mostri scagliosi dalla testa squadrata, e se poi beffavano gli umani in intelligenza, tanto meglio!

La postura dei dinosauri era in buona parte corretta, s'intravedevano dinosauri di piccole dimensioni ma non ricoperti da penne. Per insufficienza di prove non veniva ancora accettata l'idea che ci fosse una stretta parentela o addirittura sinonimia tra uccelli e dinosauri.

Ulteriore svolta si ebbe alla fine degli anni '90 quando si disposero due schieramenti. Coloro che sostenevano: "gli uccelli non sono dinosauri" e coloro che sostenevano il contrario. Furono messi al confronto il dinosauro *Compsognathus* senza penne fossilizzate, ed il protouccello *Archaeopteryx Bavaricus* unico tra gli esemplari con penne. Entrambi provenivano dagli stessi sedimenti di Solnhofen. Il primo gruppo di paleontologi sosteneva che i due animali, nonostante avessero stessi dettagli anatomici, rappresentassero solo un'evoluzione convergente in quanto tutti i *Compsognathus* fino ad allora erano stati ritrovati senza penne.

Tale convinzione fu finalmente debellata dai dinosauri piumati fossilizzati in Cina ed, ironia della sorte, fu proprio *Sinosauropteryx*, imparentato con *Compsognathus* a dare inizio alle danze. *Sinosauropteryx* era un piccolo animale eccezionalmente fossilizzatosi su una lastra di roccia e circondato da un alone di strutture simili a paglia che al microscopio si rivelarono come una folta copertura di calami. I depositi del Cretaceo Inferiore della provincia di Liaoning, che conservano anche i minimi dettagli dell'integumento di dinosauri ed uccelli, ci hanno aiutato a completare il quadro di come i dinosauri fossero realmente che ho illustrato in queste quattro sequenze che ho chiamato la nuova rivoluzione cinese (fig.4) (E).

Tuttavia il dibattito non era sedato, con grandi richieste di 'vere penne' fino a quando un dinosauro chiamato *Caudipteryx* non venne scoperto nel medesimo deposito cinese con penne vere e di aspetto moderno intorno alle zampe anteriori ed alla coda.

Il dibattito quindi divenne ridicolo ed irrilevante.

Ma di che altro avevano bisogno i fautori del 'gli uccelli non sono dinosauri' per convincersi?

Sembrava chiarissimo che non contava quante richieste facessero, non c'erano mai abbastanza prove per soddisfarli. Molti ornitologi non sono inclini a dar via lo 'status speciale' degli Aves.

Ma per la maggioranza dei ricercatori e paleontologi era finalmente chiaro che gli uccelli erano dinosauri e che molti dinosauri, se non tutti quelli di piccole dimensioni, erano coperti da uno strato isolante di penne.

L'immagine dei dinosauri piumati stava diventando quella 'ufficiale' ma ancora doveva essere pienamente testata ed approvata dai media.

Nella ricca e recente produzione del film della Disney "*Dinosauri*" girato diversi anni dopo di Jurassic Park, le penne o protopenne erano di nuovo assenti dai piccoli teropodi aviani e i dinosauri continuavano ad avere le scaglie come i coccodrilli ed era preferibile rimanere ancorati in parte alla vecchia icona tutt'oggi ancora profondamente radicata nella nostra psiche collettiva.

Nel film il problema non veniva posto per i mammiferi che stranamente erano tutti pelosi.

Ma come si può rappresentare un mammifero senza peli ? Non sarebbe un mammifero.

La ciliegina sulla torta è stata, nel pretenzioso ed influente 'documentario' in Computer grafica della BBC "*Walking With Dinosaurs*" trasmesso in Italia col titolo di "*Nel Mondo dei Dinosauri*". (NdT) nel quale si nota la cospicua assenza di qualsiasi dinosauro piumato.

Conclude a livello mediatico questa saga la mostra ufficiale sui dinosauri piumati della Cina aperta al Natural History Museum di Londra.

La "benedizione" ufficiale è completa !

Almeno quindici esemplari dalle cave cinesi sono stati le star di un tour mondiale davanti agli occhi di un pubblico estasiato anche se alcune ricostruzioni fatte dagli artisti per accompagnare la mostra sembravano rappresentare lucertole con cappotti di pelliccia!

Ciò nonostante, ormai la ricerca di accuratezza sta prendendo piede ed anche il pubblico inizia a chiedere dinosauri moderni.

Il futuro promette cose sempre più strane e diverse nel mondo dei dinosauri!

Una versione diversa della copertura piumata peculiare di alcuni piccoli teropodi è venuta per la prima volta alla luce in un dinosauro ornitisco: i depositi cinesi hanno restituito il fossile di uno *Psittacosauru*. Si tratta di un dinosauro ceratopside primitivo con la coda ricoperta da penne lunghe 30 centimetri che danno all'animale l'aspetto di uno strano porcospino.

Alcuni esemplari scoperti recentemente sembrano dimostrare che questa copertura interessasse l'intero corpo!

Un nuovo dromeosauro *Microraptor gui* imparentato con *Velociraptor* presenta penne perfettamente aerodinamiche su entrambi le zampe fino alle caviglie. L'animale quindi aveva quattro ali!

Ecco che la realtà si mostra ben più strana della fantasia.

Noi stiamo solo iniziando a scalfire la superficie di come doveva presentarsi l'aspetto esteriore dei dinosauri.

Nei recenti dibattiti si possono ancora scorgere dei pregiudizi. Un dibattito feroce al momento ha già una lunga storia alle spalle e promette di essere acrimonioso come il precedente perché anch'esso si basa su immagini pregiudiziali dei dinosauri: il volo degli uccelli si è originato partendo da terra verso l'alto o dagli alberi verso il basso o da entrambi le cose?

Si originò cioè dalla corsa o dalle planate di ramo in ramo? E perché non in entrambi i modi?

Ed ecco nell'arena un altro caso dei pregiudizi sui dinosauri come l'assurdo caso del *T. rex*, se fosse stato un predatore attivo o uno spazzino. La questione del *Tyrannosaurus* visto come spazzino obbligato è stato il recente cavallo di battaglia del famoso paleontologo Jack Horner. La sua persuasiva idea che l'immagine del *T. rex*, feroce cacciatore sia stata costruita solo per far piacere al pubblico quando in realtà l'animale poteva mangiare solamente carne putrefatta, è incompleta e si può leggere in due modi opposti in quanto rappresenta gli interessi ed i pregiudizi anche del solo Horner. Le iene cacciano molto più dei leoni... come può esser vera qualcosa così ipotetica?

Sposare l'idea di qualcuno e ridurre le possibilità ad un rigido minimo può anche essere l'unica via per far scienza, ma di sicuro non è il *modus operandi* della Natura. Finché ci sono precisi argomenti in opposizione ad una teoria e l'evidenza dei fossili può ancora essere interpretativa, la paleontologia resterà molto distante dall'essere una 'scienza esatta'.

Mentre nuove scoperte continuano ad aggiungersi alle nostre conoscenze ed a disperdere vecchi miti, la scienza ed i dinosauri si trovano a correre una corsa senza fermarsi ed in continua accelerazione verso il futuro. Mentre viene gettata più luce sul passato sappiamo che il domani potrà rendere obsoleta qualsiasi ricostruzione. La nostra sfida è mantenere il passo rendendolo più credibile con rigore ed evidenza.

Da lucertole gigantesche a colibrì (**G**) come questo (**fig. 5**). Questa è l'incredibile storia di 200 anni di immagini di dinosauri nella mente umana.

Grazie per l'attenzione.

With thanks to Darren Naish for comments and criticism.

Domande

Professor Luciano Campanelli

Docente di Scienze e Matematica Scuola Media "De La Salle" di Benevento

Più che una domanda vorrei esprimere alcune considerazioni riguardo gli aspetti della didattica e del modo di trarre una ricostruzione di eventi passati. L'approccio mediatico stereotipato di dinosauri proposti come "gigantesche" lucertole, anche se scorretta, ha stimolato l'immaginario e ha creato suggestioni che, opportunamente guidate dagli adulti, potrebbero facilitare alcuni processi di astrazione nel campo scientifico e matematico. Perché, allora, negare accostamenti tra un dinosauro alto tre piani di un palazzo con un uomo, anche se non coevo? Correntemente diciamo che i dinosauri sono comparsi nel record geologico circa 220 milioni di anni fa. Ma non immaginiamo affatto di quanto tempo sia trascorso da quando *Scipionyx samniticus*, 113 milioni di anni fa era nella laguna di Pietraroja; non immaginiamo affatto che 113 milioni è una cifra enorme e per arrivare a contarla occorrono circa quattro anni, per scriverla occorrono le potenze di numeri!

Concludo questa riflessione dicendo che i disegni del paleoartista Rey rappresentano un contributo per la diffusione della cultura scientifica e in particolare l'interesse verso le Scienze della vita, in quanto s'intravede la bellezza della scienza nell'arte.

Che dire delle due ricostruzioni di *Oviraptor* che stimolano osservazioni nel campo geologico per il paesaggio desertico rappresentato? Che dire delle osservazioni nel campo biologico per gli aspetti etologici che riveste l'atto di mamma *Oviraptor* nel proteggere la sua covata? Che dire poi degli aspetti anatomici e geometrici e del rispetto delle proporzioni adottate? Credo che l'incontro con Rey e Signore offra lo spunto per progettare percorsi educativi che favoriscono il collegamento tra la cultura umanistica e scientifica, sottolineando l'unicità di entrambe in un'indissolubile interconnessione tra arte e scienza.

Credo, che noi docenti potremmo utilizzare anche la paleontologia per creare suggestioni che facilitino il processo di apprendimento dei ragazzi.

Il messaggio dei relatori credo vada interpretato come esortazione ad andare oltre l'immagine mediatica che solitamente, per ragioni commerciali e/o ideologiche, tende a compiacere il pubblico talvolta a scapito di probabili verità scientifiche.

Professor Carlo Calzone

Docente di Scienze e Matematica Scuola Media "De La Salle" di Benevento

Mi ricollego al docente che mi ha preceduto per rimarcare lo sfruttamento "iconico" dei dinosauri che fanno "audience" ed attirano capitali economici. Sicuramente sarebbe più

appetibile visitare un parco giurassico con dinosauri e non un parco di trilobiti che sono vissuti ancor prima dei dinosauri. Se *Scipionyx samniticus* fosse stato cento volte più grande, probabilmente avrebbe avuto più fortuna mediatica! Concludo, quindi, dicendo che compito di noi docenti sia quello di riequilibrare il divario tra ciò che appare e ciò che è nella sostanza o nelle potenzialità e lascio un interrogativo per una riflessione: quale divario emozionale può esserci nell'allievo nel vedere un dinosauro protetto in una teca con didascalia o nello scoprire che quotidianamente il suo piede calpesta i gradini con meravigliose associazioni di coralli, rudiste e conchiglie vissute nello stesso periodo dei dinosauri ?

Un allievo

Com'è nata la passione dei dinosauri ?

Luis Rey

Nasce da lontano. Mi raccontavano che quando avevo due anni non volevo mangiare se avanti al piatto non avevo i miei dinosauri. Ho studiato animali preistorici nella maggior parte della fanciullezza; ho scritto il mio primo "libro" quando avevo circa dodici anni. Poi ci fu un periodo in cui decadde questo entusiasmo, anche perché i dinosauri sembrava che si fossero estinti in massa. Poco dopo, verso gli inizi degli anni '70, si andava affermando con forza la teoria secondo la quale gli uccelli rappresentavano la parte più evoluta dei dinosauri e che in realtà non si erano mai totalmente estinti. I dinosauri erano vivi tra noi, non erano più solo grossi scheletri che prendevano polvere nei musei! Fu così che anch'io decisi di dare il mio contributo, ritraendo dinosauri nel loro ambiente, ponendo, però, particolare attenzione agli aspetti evolutivi ed aggiornando i disegni in base alle scoperte che si susseguivano incessantemente. Detti così nuova vita a quelli che erano stati i compagni di gioco della mia infanzia.

NOTE DI COMMENTO AL TESTO

A) Altri errori generalmente diffusi all'epoca in molti libri consistevano nell'accostamento dell'immagine dell'uomo davanti ad uno scheletro di dinosauro con note di avvertimento che l'umano doveva essere più grande di quello che veniva rappresentato, altre volte si vedevano ominidi che cacciavano dinosauri.

B) **IGUANODON** fu scoperto sotto forma di una spettacolare massa di ossa fossili chiamata "*Mantelpiece*" (gioco di parole tra *mantlepiece*, la mensola di un camino, e *Mantell's piece*, il pezzo di Mantell, che lo scoprì; **NdT**) in onore di Gideon Mantell nel 1836. *Iguanodon* veniva raffigurato come quadrupede simile all'iguana, anche se con una spiccata tendenziale postura eretta che era estranea a qualsiasi altro rettile anche perché all'epoca non era concepibile che rettili così grossi fossero bipedi. Poi arrivò la 'fase canguro'. Siccome le zampe posteriori erano più robuste di quelle anteriori, si pensò che egli avrebbe potuto camminare sulle zampe posteriori. Confronti con i **wallabi** (canguri nani) e gli **emù** (struzzi australiani), e dando per scontato che i rettili si trascinano la coda appresso, convinsero Louis Dollo, paleontologo belga che studiò gli iguanodonti del giacimento di *Bernissart*, a spezzare la schiena e la coda dell'esemplare per ricreare la famosa postura a canguro che ha resistito per quasi un secolo. Questo tipo di 'dinosauro che cammina come un uomo' è stato sempre molto popolare e parecchi artisti lo hanno dipinto da quasi ogni angolo possibile. L'ultima fase moderna (dopo la monografia di David Norman), ha visto *Iguanodon* tornare quadrupede (pur essendo bipede occasionale con la schiena orizzontale) ed ha raggiunto il culmine con quella davvero credibile ricostruzione di Gregory Paul.

C) L'iconico scheletro del *TYRANNOSAURUS REX* ricostruito da *H.F. Osborn* venne corretto con una didascalia che avvertiva il lettore che la postura era sbagliata. L'immagine si è trascinata per lungo tempo, ma come avrebbe potuto camminare l'animale: con il dorso verticale trascinandosi la coda? Oppure col dorso orizzontale con la coda che equilibrava la parte anteriore del corpo? La meccanica ci dà una risposta.

D) La più grande rivoluzione nelle immagini moderne dei dinosauri partì da una prima ricostruzione del *Deinonychus* **(4)** ad opera di Robert Bakker che fece molto scalpore in quanto, secondo la mentalità ricorrente, non era così che i dinosauri dovevano sembrare. Dopo la ricostruzione dello scheletro ad opera di John Ostrom, che proponeva uno stretto imparentamento tra *Deinonychus* e l'*Archaeopteryx*, Bakker iniziò a distruggere l'immagine iconica dei dinosauri, eseguendo una parodia del famoso dipinto di Charles R. Knight 'Scena di dinosauri in combattimento', in cui ritraeva nientedimeno che due *Deinonychus* piumati che combattevano come galli. Anche John Sibbick fu ispirato dal primo *Deinonychus* di Bakker, senza piume, e dalla ricostruzione dello scheletro fatta da Ostrom. Successivamente nel 1988 anch'io tentai una prima interpretazione, all'epoca davvero molto ipotetica. Essa s'ispirava alla famosa ricostruzione del *Deinonychus* piumato di Bakker ed al disegno di Sibbick, **(NdT)** pubblicato nella *Encyclopaedia of Dinosaurs* scritta da David Norman. Fu così che immaginai branchi di *Deinonychus* ricoperti da piume. A quel tempo si sapeva ben poco sull'anatomia delle zampe anteriori dei maniraptora, e spesso s'incorreva in errori soprattutto nella rappresentazione delle cosce che successivamente risultarono essere molto più sviluppate.

Dieci anni dopo, la mia nuova versione di *Deinonychus* **(5)** recepiva tutte le informazioni sulle zampe anteriori dei maniraptora e la distribuzione delle piume grazie ai nuovi ritrovamenti fossili del *Caudipteryx* e più recentemente di 'Dave'. Ho cercato di ritrarre il *Deinonychus* privo di piume sulla testa e zampe in quanto la loro assenza sarebbe stato un vantaggio per lui anche perché avendo le zampe posteriori corte non poteva correre per lunghe distanze. *Deinonychus* era un predatore d'agguato non volatore simile al *Caudipteryx*.

E) Questi disegni traggono spunto dai ritrovamenti fossili in una modesta cava della provincia di Liaoning in Cina che è diventata la "Stele di Rosetta" per tradurre l'evoluzione degli uccelli e la loro origine tra i dinosauri.

Prima istantanea (fig.4a) Dobbiamo alla Cina, a Ji Quang, a Phil Currie ed a Mark Norell (tra gli altri paleontologi) la scoperta delle prove definitive di cui avevamo bisogno per arrivare al culmine del

radicale cambiamento dell'anatomia, dell'ecoetologia e delle relazioni evolutive dei dinosauri, iniziato con John Ostrom negli anni '60.

Questo dipinto è un contributo rivolto a mostrare una sintesi dei diversi stadi dell'evoluzione del volo. Non tutti questi animali vissero nello stesso periodo per cui mi sono preso una licenza artistica ed ho ricreato un paesaggio allegorico per rappresentare l'intero cerchio dell'evoluzione dei teropodi.

Gli animali principali qui rappresentati sono terizinosauri di medie dimensioni *Beipiaosaurus inexpectus* coperti di setole (protopenne?) isolanti la cui ricostruzione è basata su un recente esemplare Cinese descritto in un lavoro molto atteso da Xing Xu, Zhi-lu Tang and Xiao-lin Wang e pubblicato su *Nature* il 27 Maggio 1999 (N. 6734).

L'insieme della tipica anatomia dei terizinosauri e della copertura a setole ci fornisce una visione radicalmente nuova di questo controverso animale: un incrocio tra una strana oca e gli ormai estinti bradipi terrestri, in omaggio anche a Dale Russell, che fu il primo a parlare di convergenza di forme tra questi animali ed i mammiferi.

Greg S. Paul descrisse i terizinosauri come 'I dinosauri - lottatori di Sumo' (a causa del loro enorme e cospicuo ventre). Questo mi ha ispirato nel ricostruirli con il ventre corazzato così che fossero meno vulnerabili ai mortali artigli e denti.

I dromeosauri che li attaccano stanno ancora attendendo una descrizione scientifica.

Ma prima ci fu la scoperta di *Sinosauropteryx* (che si vede correre sul terreno), un compsognatide al di fuori della linea degli uccelli ma ricoperto di un 'pelaggio' setoloso, fino alla coda da scoiattolo. Questi animali sono spaventati dal grosso *Caudipteryx* in difesa del suo nido, con ventagli di *display* sulle zampe e sulla coda, fatti di piume inadatte al volo, la coda incredibilmente corta ed i denti a piolo quasi come la realizzazione ultima del sogno dei dinosauri piumati eretici di Ostrom, e di Robert Bakker e di Greg Paul.

I dinosauri piumati e termicamente isolati non sono più nel campo della pura speculazione, e le scoperte cinesi gettano luce per chiarire gli intricati schemi dell'evoluzione aviana avanzata. Sugli alberi si può vedere *Confuciusornis* che rappresenta un membro moderno degli Aves provvisto di artigli, ma con coda corta, becco e privo di denti; il suo mosaico di caratteri primitivi ed evoluti, ed il suo dimorfismo sessuale tipicamente aviano è un buon esempio di evoluzione.

I 'maschi', perfettamente conservati, mostrano un lunghissimo gruppo di piume come *display* a conferma delle teorie di Philip Currie che vogliono l'origine del volo dal terreno verso l'alto, analogamente Luis Chiappe, Kevin Padian and Jacques Gauthier che vedono il volo come un prodotto secondario del movimento di attacco degli antichi dromeosauri già coperti da materiale isolante identificato nelle propiume. Essi sostengono che la loro visione sia supportata da tutte le prove al momento disponibili e le analisi cladistiche. Altri, come Sankar Chattarjee e Greg S. Paul, pensano invece che un qualche dromeosauro primitivo scalò gli alberi e divenne una forma volatrice... altri vedono *Caudipteryx* e *Protarchaeopteryx* come non volatori secondari – proprio come il resto dei dinosauri – che (dicono) sono derivati da forme arboree in diversi stadi evolutivi. Attualmente la maggioranza dei paleontologi concorda che questi animali sono parte del clade chiamato Dinosauria, cioè rami e rametti del complicato albero evolutivo che ha dato origine a quelli che noi chiamiamo Aves moderni. Gli Aves sono semplicemente l'ultimo ramo sopravvissuto che ha continuato a diversificarsi in una miriade di specie, da molto lontano nel tempo. Per lungo tempo ho sostenuto la vecchia proposta di elevare i Dinosauria al rango di classe, mettendo gli Aves come sottoclasse. Un uccello può sempre esser riconosciuto come tale... ma un sauroside, un ceratopside ed un uccello sembrano incongruenti come parenti stretti... e tuttavia, sono tutti Dinosauria. L'enorme varietà di specie che consideriamo dinosauri merita questa revisione. Con ogni nuova scoperta, l'immagine dei dinosauri cambia ogni minuto. È chiaro che sappiamo pochissimo sull'aspetto esteriore dei dinosauri ed alcune creature che ci appaiono familiari possono diventare più strane ed esotiche in aspetto di quanto possiamo immaginare. Per citare il mio amico Cristiano Dal Sasso: "Abbiamo appena iniziato a conoscere i dinosauri... e ci sono tante sorprese che aspettano di essere scoperte..."

Modificato dal testo originale 1998-99.

Seconda istantanea (fig.4b) Diversi anni or sono altri ritrovamenti dalla provincia di Liaoning ripresero ad infrangere le nostre convinzioni sui dinosauri, e divennero un solido caposaldo all'idea che gli uccelli fossero dinosauri. Oggi il rinnovato senso di meraviglia sembra intramontabile in quanto nuovi esemplari vengono alla luce quotidianamente complicando ulteriormente l'interpretazione di questa fauna. L'immagine precisa è di nuovo sfocata! Ho quindi realizzato una seconda ricostruzione dove in primo piano una coppia di *Sinosauropteryx* entra nella scena da destra mentre sullo sfondo si possono osservare un paio di *Beipiaosaurus* che mangiano dagli alberi, mentre una moltitudine di uccelli e pterosauri dominano i cieli di una prossima laguna. Poniamo l'attenzione sullo sfondo da sinistra a destra dove una

coppia di *Psittacosaurus sinensis* (Ornithischia) primitivi parenti provvisti di becco dei ceratopsidi. Un recente esemplare di psittacosauro rinvenuto dai depositi di Yixiang e studiato in Germania, è stato ritrovato con copertura esterna perfettamente conservata tanto da rappresentare il primo ornitisco provvisto di evidenti strutture dermiche a calamo. Sono infatti presenti circa novantacinque calami distribuiti su una buona parte del dorso della coda. Spessi da uno a due millimetri e probabilmente cavi, raggiungevano la lunghezza di venti o trenta centimetri e sembrano molto flessibili e pertanto cascavano come una fontana sulla coda. La superficie corporea restante è nuda o coperta dalla tipica pelle scagliosa dei ceratopsidi, un mosaico di grosse piastre non sovrapposte rotonde circondate da molte piccole scaglie. Questa volta non ci sono piume o protopiume, ma io non scarterei l'ipotesi che un giorno potremmo vedere cuccioli di ornitisco coperti da piumino dato che gli adulti presentavano tali code piumate! Secondo me questo ritrovamento mostra che strutture dermiche, tipo calamo destinate ad isolare termicamente l'animale, erano probabilmente endemiche cioè estese a tutti i gruppi di dinosauri costituendo un carattere principale dei dinosauria. Sottostanti alle penne muscoli e grasso sono preservati in uno strato carbonizzato che circonda l'intero corpo, aspetto questo che rende l'intero fossile straordinariamente simile ai mammiferi fossili dei depositi di Messel in Germania di cinquanta milioni di anni più recenti. Ciò scredita l'ipotesi di coloro che interpretano penne o strutture dermiche dei teropodi come tracce di tessuto muscolare o 'fibre di collagene'. L'impronta del corpo mostra che l'animale doveva essere piuttosto robusto. Sono stati ritrovati altri esemplari di psittacosauri con contenuto gastrico tra cui rocce ed ossa dando credito all'idea che gli psittacosauri potessero essere 'simili a grossi isticci'. In tale ipotesi potremmo anche tentare di speculare che i calami fossero spine velenose per difesa. Ma potremmo anche non scoprirlo mai. C'è ancora molto lavoro da fare per avere un'immagine accurata di questa nuova importantissima scoperta ed ulteriori studi potrebbero anche cambiare le nostre idee. Altri esemplari nella scena di questa seconda istantanea sono una coppia di "BPM 1 3-13" in *display*, in origine descritti da Mark Norell su *Nature* (2000) e pubblicati come *Cryptovolans pauli* da Czerkas (2001). Non solo l'esemplare somiglia molto a *Microraptor*, ma probabilmente è lo stesso animale. Altro carattere notevole è che le piume sulla punta della coda sono lunghe fino a venti centimetri aggiungendo una notevole lunghezza ad una coda che già di per sé molto lunga. In questa versione modificata, io ho aggiunto le piume metatarsali ripiegate all'indietro durante la locomozione sul terreno, ed ho rappresentato in generale l'animale come provvisto di uno spettacolare *display*. Ma l'utilità di queste penne aerodinamiche era ovviamente nel volo. La nozione di dinosauri arboricoli per questi esemplari sta prendendo sempre più piede.

Terza istantanea (fig.4c). EPIDENDROSAURUS (=SCANSIORIOPTERYX, IN PRIMO PIANO) UNA NUOVA VERSIONE DI MICRORAPTOR. La sequenza di questi disegni è stata concepita partendo dal presupposto che ci sono sempre nuove scoperte all'orizzonte della cava cinese. In particolare mi sono soffermato sulla vita arborea dei dinosauri, aspetto poco conosciuti fino a quando non venne ritrovato il fossile di *Epidendrosaurus* (*Scansoriopteryx*) un piccolo pulcino di teropode. Determinante è stato l'aver notato la presenza di un piede prensile con alluce opponibile e con una differenza rispetto agli attuali uccelli, che il terzo dito della mano è lungo quasi il doppio del secondo tanto da conferire all'animale un aspetto strano simile ad un pterosauro. Questo tipo di specializzazione nelle dita rappresenterebbe con ogni probabilità la prima chiara prova di dinosauro arboricolo e pertanto è da escludere che si possa trattare di un organismo di ambiente terrestre. In questa terza istantanea ho rappresentato un paio di *Epidendrosaurus* adulti che usano il loro specializzato ed ipertrofico terzo dito per raccogliere larve come i moderni Aye-aye. Alcune caratteristiche primitive dello scheletro ritrovato (incluso un cinto pelvico molto più primitivo di quello di *Archaeopteryx*) sono dovute probabilmente al fatto che l'esemplare è un pulcino. Sullo sfondo, un gruppo di *Microraptor gui* revisionati ed aggiornati allo stato della ricerca dell'anno 2003 saltano e planano di ramo in ramo usando le loro 'quattro ali' come paracadute. Le lunghe piume intorno alle zampe anteriori e posteriori agivano probabilmente come una più sofisticata versione dei rigidi tappeti di pelo attorno al corpo del moderno lemure *Propithecus* (come riportato in Feduccia, 1998) e che aiuta l'animale a 'planare' e ad assorbire le cadute, pur mantenendo forti zampe posteriori, capacità cursorie piene e bipedismo.

Ma è proprio questa l'origine del volo che oggi osserviamo negli uccelli?

Come divulgato da una recente pubblicazione di Ken Dial e nel video mostrato in occasione della mostra itinerante "Feathered Dinosaurs" sembrerebbe che i primi uccelli 'corrano' sugli alberi invece di volare per raggiungerli e pertanto sembra consolidarsi sempre più l'ipotesi di una teoria cursoria dal terreno verso l'alto. Per quanto possa sembrare incredibile, le teorie su come si siano evoluti volo ed uccelli hanno completato un cerchio: ora abbiamo quel famoso "*Proavis*" immaginato da Gerhard Heilmann nel

1927 solo che non è come ce lo aspettavamo. Il “*Proavis*” di Heilmann è diventata una specie di profezia su quello che ora sappiamo essere solo un altro dromeosauro.

Quarta istantanea (fig.4d) il più recente aggiornamento della saga cinese. Ancora una volta se dobbiamo ricercare una perfetta immagine sull'evoluzione dei dinosauri dobbiamo senza dubbio approvvigionarci delle scoperte nella cava cinese di Yixian. In primo piano: un *Caudipteryx* sul nido disturbato da alcuni *Yanornis*, mentre un *Sinosauropteryx* tenta di rubare le uova. Al centro uno sgargiante policromo *Jeholornis* riceve un tiepido avvertimento da un pigro *Psittacosaurus* sul suo nido. *Jeholornis* è caratterizzato nell'avere una lunga coda ossea con due dita alari provviste di artigli e con segni di fusione. Lontani sullo sfondo uno stormo di *Microraptor gui* in volo con le loro quattro ali. Ho riflettuto sulle possibilità di volo per questo animale, ed ho optato per l'idea del 'biplano' invece del volo battuto usando tutte le zampe. Questo è il motivo per cui ho voluto raffigurare le penne da volo delle zampe posteriori aperte e disposte in posizione diversa da quelle delle zampe anteriori battenti. Probabilmente *Microraptor gui* aveva capacità volatorie limitate, ma comunque doveva essere uno splendido spettacolo.

F) OVIRAPTOR fino a poco tempo fa veniva ritratto mentre mangiava o rubava uova; un frainteso basilare 'Oviraptor' (ladro di uova) dovuto al fatto che i suoi primi ritrovamenti erano vicini a quello che si pensava fosse un nido di *Protoceratops*. Successivamente si scoprì che quelle uova non erano di *Protoceratops*, ma del frainteso *Oviraptor* che era in realtà una buona madre che stava badando al suo nido!

La scoperta di *Oviraptor* in cova sui nidi ha rappresentato per me una sfida speciale per operare una valida ricostruzione e rendergli “giustizia”. L'inconfutabile prova era che i fossili di *Oviraptor* non erano altro che madri ritrovati, giacenti esattamente sopra le loro covate che abbracciavano con zampe nell'atto di proteggerle da una catastrofe che si approssimava o semplicemente per isolarle termicamente. Quei grossi artigli e quelle braccia così sottili non erano molto utili come protezione in quanto non avrebbero coperto sufficiente superficie che potesse contenere molte uova; erano comunque protese nel proteggere un'intera zona di spazio virtuale attorno le zampe; spazio virtuale che probabilmente veniva occupato anche da qualche tipo di rivestimento protettivo come il piumaggio. Quest'ultima ipotesi, che suffragava la cova, sembrerebbe consolidarsi a seguito di una recente scoperta di *Caudipteryx*, già classificato come oviraptoide, e poi ufficialmente riconosciuto come dinosauro piumato per le sue penne perfettamente formate e conservate attorno alle zampe anteriori. Per quanto ne so, questa è stata la prima ricostruzione di *Oviraptor* (fig.2) con le piume come possibile mezzo di cova.

G) DAVE (fig.5) un sinornitosauo, perfetto esemplare di dinosauro piumato che ho ritratto nella sua fase adulta. Sebbene questo *taxon* non sia stato ancora stabilito con certezza, *Dave* era probabilmente un giovane *Sinornithosaurus* che recentemente è stato tentato di mettere in sinonimia con *Microraptor* sebbene credo ci siano abbastanza differenze. *Dave* è il primo fossile completo di dromeosauro che mostra diversi tipi di copertura dermica infatti le fibre che ricoprono l'intero corpo e le zampe fin quasi alla punta del muso sono differenti dai lunghi filamenti che conformano le 'ali'. Questi filamenti hanno bordi seghettati che forse potevano attaccarsi gli uni agli altri come una specie di 'velcro'. Ho ricostruito parti della copertura mancante del corpo di *Dave* con le penne ritrovate sui nuovi esemplari del suo parente *Microraptor* sebbene una delle chiare differenze tra queste specie siano le bizzarre quattro ali di *Microraptor* e la distribuzione delle penne su di esse. Credo che questi dinosauri fossero molto probabilmente animali arboricoli con un tipo di 'volo' 'relitto' rispetto a quello dei più 'avanzati' contemporanei come *Confuciusornis*. Probabilmente erano animali che saltavano di ramo in ramo come i lemuri da cui si differenziano per lo spiccato senso dell'equilibrio poiché non avevano una mano pienamente prensile per afferrarsi ai rami e solo il terzo dito era abbastanza flessibile per afferrare i rami. Il volo deve aver avuto un'evoluzione molto più complessa di quanto si pensa nelle due scuole di pensiero “dal basso in alto” e “dall'alto in basso”.

Approfondimenti consigliati

- (1) www.greatsouth.net/p-B158.html Eyewitness Book of Dinosaurs (Dorling Kindersley 1990 B158.html)
- (2) <http://search.eb.com/dinosaurs/dinosaurs/AOa.html> - Portale della Enciclopedia Britannica con un'interessante sezione in inglese "*Discovering Dinosaurs*" dedicata all'evoluzione della ricerca sullo studio dei dinosauri dal 1820 ai nostri giorni nel settore dell'anatomia, ambiente, etologia e psicologia.
- (3) <http://search.eb.com/dinosaurs/dinosaurs/odeinon002p1a.html> – Il *Deinonychus* secondo Robert Bakker. Ricostruzione visualizzata nell'ambito del portale della enciclopedia Britannica.
- (4) www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/deino.htm - Il *Deinonychus* secondo l'interpretazione del paleoartista Luis Rey. Opera visualizzata nell'ambito della galleria del paleoartista.

Ntd sta per Note del traduttore.

Basic bibliography:

- The Hot Blooded Dinosaurs (A. Desmond 1979).
- Bones For Barnum Brown (Roland T. Bird 1985).
- The Illustrated Encyclopedia of Dinosaurs (Norman 1985).
- The Dinosaur Heresies (Bakker 1985).
- Dinosaurs Past and Present (NHMLA 1987).
- Eyewitness Guides "Dinosaur" (DK 1989 -02).
- Tyrannosaurus (DK 1992).
- The Complete T. rex (Horner 1993).
- The Horned Dinosaurs (Peter Dodson 96).
- Jurassic Park (S. Spielberg 1994).
- Walking With Dinosaurs (BBC 1997).
- Dinosaur (Walt Disney 1999).

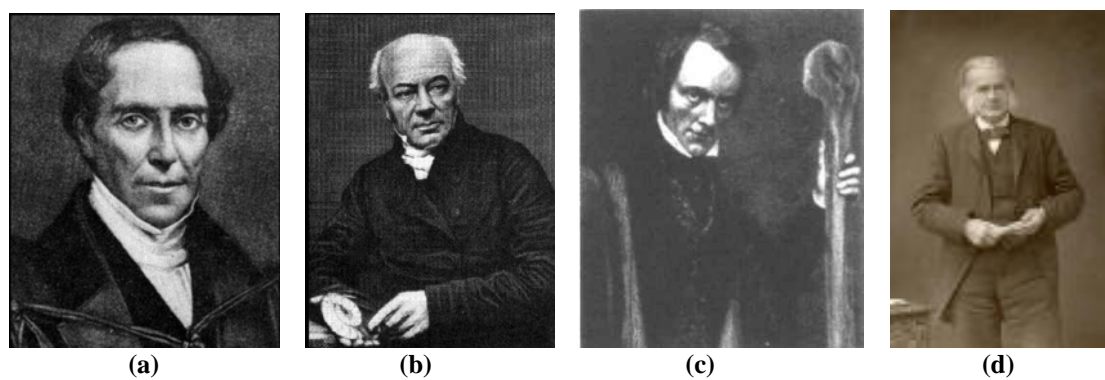


FIG.1 Primi paleontologi che descrissero i dinosauri: (a) Mantell, (b) Buckland, (c) Owen, (d) Huxley

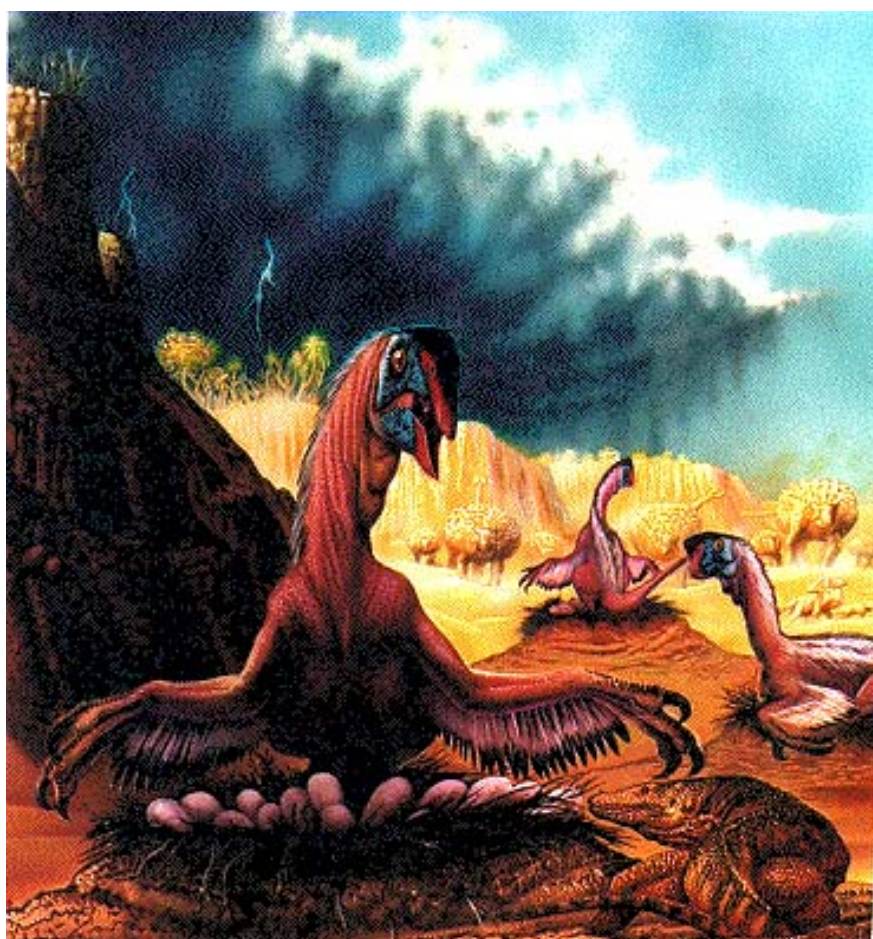


FIG.2 Nuova versione di *Oviraptor* con piume come possibile mezzo di cova (L.Rey).
www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/ovinew.htm

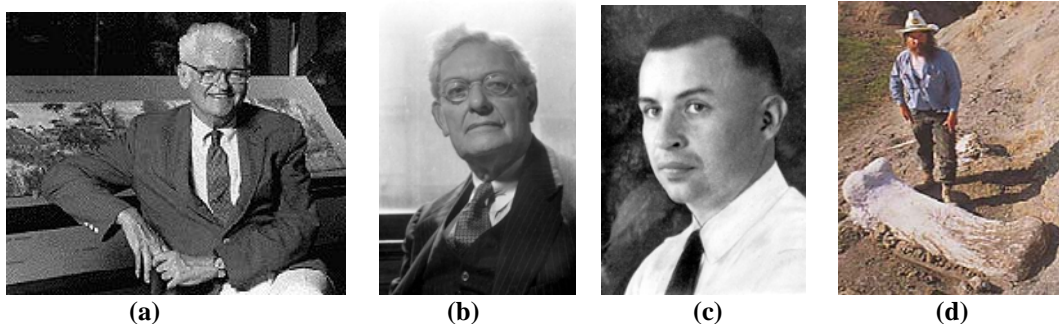


FIG.3 (a) Rudolph Zallinger (b) Charles R. Knight che operarono durante “l’oscurantismo della dinosaurologia”; (c) John Ostrom (d) Robert Bakker rappresentanti dell’avanguardia paleontologica ispiratrice di Luis Rey.



(a)



(b)



(c)



(d)

FIG.4 Istantanee della “Nuova rivoluzione cinese”

- a) Parte prima - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/chinese.htm
- b) Parte seconda - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/newchinese.htm
- c) Parte terza - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/epi.htm - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/chinese.htm
- d) Parte quarta www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/rev4net.htm



FIG.5 Dave, il dinosauro colibrì.
www.luisrey.ndtilda.co.uk/index.htm



Giuseppe Leonardi è nato a Venezia nel 1939. Laureatosi in Scienze Naturali nel 1974 presso l'Università La Sapienza di Roma, è considerato tra i più grandi esperti al mondo di orme di dinosauri. Ha infatti condotto circa novanta spedizioni scientifiche in tutti i continenti ed in particolare in America Latina. Ha in attivo oltre 120 pubblicazioni ed è specialista in cervidi pleistocenici, comportamento e sociologia dei dinosauri, pterosauri, icnologia dei tetrapodi. Tra le opere più importanti nel 1987 *"Glossario e manuale dell'icnologia dei tetrapodi"* pubblicato in otto lingue. Dal 1975 al 1977 è professore di Geologia Storica, Geologia del Brasile e Paleontologia dei Vertebrati presso l'Università del Paran  (Curitiba, Brasile).

Dal 1977 al 1989   Ricercatore del CNR del Brasile.

Nel 1989, ritornato in Italia, pubblica l'opera *"Dinosauri in Italia... Le orme giurassiche dei Lavini di Marco (Trentino) e gli altri resti fossili italiani"* Edita dal Museo Tridentino. Particolarmente significativo   il suo contributo nel 1993 per lo studio dello *Scipionyx samniticus*. Attualmente   Conservatore onorario del Museo Tridentino. Uomo di Scienza e di Fede, Leonardi non riveste incarichi funzionali in istituzioni scientifiche ed   intensamente impegnato nella missione pastorale. Gi  parroco della Chiesa di S. Artema di Monteruscello (Napoli), oggi opera a Venezia presso l'Istituto Cavanis.

Quaderno di bordo: esplorazioni nelle “Valli dei dinosauri”

Giuseppe Leonardi

gi.leonardi@libero.it

Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento

Buona sera a tutti. Sono contento di ritrovarmi a Benevento per la seconda volta a raccontare le mie esplorazioni. L'anno scorso commentai immagini di rilevamenti effettuati in Australia e nelle Ande boliviane (1) dove affiorano, su una ripida parete rocciosa migliaia di orme di dinosauro. Chi era presente allo scorso convegno avrà notato che lo sfondo dei manifesti di questo convegno si riferisce proprio a quella scalata e qualcuno mi avrà riconosciuto.

Racconterò oggi altre due esplorazioni realizzate in Messico ed in Brasile. Sarà un viaggio nel tempo, indagando sulle orme di dinosauri, che si concluderà con le impronte di ominide scoperte da altri ricercatori non molto lontano da qui e precisamente nei tufi del vulcano di Roccamonfina.

Messico autunno 2002

Nell'autunno del 2002 sono stato invitato in Messico dal direttore del “*Museo del desierto*” di scienze naturali di Saltillo (stato di Coahuila) dedicato alla flora, alla fauna e all'ambiente in genere del deserto di Chihuahua nella parte nordorientale e centrale del Messico (2). L'altro deserto messicano è quello di Sonora (3) (4), sulla costa pacifica verso il golfo della California in prossimità dell'Arizona, dove crescono grandi cactus ad organo e candelabro. Il deserto di Chihuahua è vastissimo, circa 600.000 mq e cioè circa il doppio dell'Italia, ed interamente coperto di pietre e piante grasse di rara bellezza.

In fig.1 vediamo una panoramica di una parte del deserto Chihuahua caratterizzata da una valle denominata “*Cañada de las almas*” che tradotto significa “*il cañon delle anime*”. I paleontologi locali commentano ridendo che il nome si riferisce a ricercatori morti di stanchezza per il calore, la salita piuttosto scomoda con i pesanti attrezzi e per la mancanza d'acqua. In fig.1b la stessa zona fotografata dall'alto del Monte sul quale eravamo giunti ascendendolo dal cañon delle anime.

In questa zona affiora prevalentemente roccia calcarea del Cretaceo superiore (Campaniano superiore – Maastrichtiano) di una settantina di milioni di anni fa, sulla quale s'imposta una vegetazione di cactus di rara bellezza (fig.2a) e tra l'altro una pianta, che si può definire un vero fossile vivente, (fig.2b) la *Selaginella lepidophylla*, meglio conosciuta in Italia col nome *Rosa di Gerico*, che tappezza intere distese; nei periodi di siccità si presentano chiuse, marroni quasi secche, ma con la pioggia si aprono colorandosi di un verde intenso tanto da conferire al paesaggio un aspetto diverso. Ciò l'ho potuto constatare da un sopralluogo effettuato nella stessa zona l'anno precedente immediatamente dopo la stagione delle piogge.

In fig.3a il fondo del cañon delle anime dove affiorano grandi piste di dinosauri associate a quelle di tartarughe e di uccelli; al centro la collega Marta Carolina, scopritrice del sito; sullo sfondo a destra il paleontologo canadese Richard Mc Crea, mentre rileva le impronte. Era stato anche lui, come me, invitato dal direttore del Museo e dalla responsabile del settore di Paleontologia, la collega Rosaria Gómez.

In **fig.3b** un particolare della foto precedente che riguarda un'impronta a tre dita artigliate tipica di dinosauro carnivoro, impressa su uno strato che reca ondulazioni parallele. Si tratta in termini sedimentologici di ripple marks, cioè ondulazioni fossilizzate di sabbia prodotte dalle correnti di fondo generalmente in acque basse poi evaporate. Spesso si osservano sui fondali marini; ma nel nostro caso l'animale camminava in un ambiente lacustre su una distesa di ripple marks, poco dopo l'acqua è evaporata ed il fango si è seccato. Dall'orma del piede siamo risaliti all'autore della stessa, un grosso teropodo probabilmente allosauro. Ai colleghi feci notare che, ad un'osservazione più attenta, si rilevava anche la presenza di orme di tartarughe che nuotavano in acqua bassa (**fig.3c**).

In questa altra fotografia (**fig.3d**) si osservano delle piste che a prima vista erano interpretate come appartenenti a sauropodi (dinosauri quadrupedi erbivori) mentre in realtà erano piste di enormi teropodi (dinosauri carnivori). La possibile confusione dipendeva dal fatto che si trattava di sottoimpronte, in quanto l'animale affondando nel fango deformava con il piede non solo lo strato superficiale ma anche quello sottostante, che è appunto quello conservato nel caso, e pertanto risulta più difficile decifrare i dettagli morfologici.

Il nostro viaggio ci porta nello stato del Coahuila, nel villaggio di Rincón Colorado a circa duecento chilometri dalla capitale Saltillo, dove sono state ritrovate ossa di dinosauri, come pure orme. Qui (**fig.4a**) siamo sotto un cartellone che pubblicizza, con il dinosauro a becco d'anatra, l'omonimo parco; a sinistra Rich Mc Crea, al centro Marta Carolina e a destra il sottoscritto. Le strade del paese portano i nomi dei vari gruppi di dinosauri (**fig.4b**).

In quest'area abbiamo esaminato orme di piccoli predatori a tre dita molto sottili (**fig.4c**) che rendono enigmatica l'attribuzione; non è dato infatti stabilire con certezza se si tratti di grossi uccelli primitivi oppure di piccoli dinosauri. Io credo di più alla seconda ipotesi, in quanto l'animale, durante la deambulazione, lasciava orme con l'impressione delle dita al naturale; dopo la ritrazione del piede dal fango molto ricco d'acqua si provocava un collasso del fango stesso, cosicché le dita del piede, fossilizzandosi, risultavano più assottigliate rispetto alla realtà. Quindi se ne ha l'impressione di un dinosauro a dita virtualmente più magre quasi simili a quelle di un uccello.

In **fig.4d** un modello di ornitominide del Cretaceo superiore del Canada, nel citato museo di Ottawa, che doveva essere simile all'esemplare che ha lasciato l'orma dell'immagine precedente.

Durante questo viaggio ho partecipato ad un Congresso Nazionale di paleontologia tenutosi a Guadalajara la seconda città più grande del Messico famosa per le tradizioni popolari. Lì ho visitato un museo di storia naturale e di biologia (**5**) dove sono custodite orme di uccelli e tigri dai denti a sciabola o più probabilmente di grandi puma impresse su lastre di tufo nel Pliocene, tra cinque e due milioni di anni fa. Successivamente nel viaggio di ritorno alla volta di Saltillo ho visitato la città di Tequila dove si produce la rinomata bevanda che da quella cittadina prende il nome; abbiamo attraversato con un fuoristrada lo sconfinato deserto caratterizzato da innumerevoli e grandi piante del genere Yucca che nel meridione degli Stati Uniti sono chiamate Joshua tree, e nel Messico "Palma loca", ossia "palma pazza" (**figg.5a-5b**), per le molteplici forme bizzarre. A nord di Saltillo è stato scoperto dai colleghi messicani un giacimento di rarissime impronte di pterodattilo il cui campione ho in studio. È la prima volta che un reperto del genere entra in Italia. Qui osservate una superficie con tante fessure che rappresentano orme di pterodattilo collassate ma molto chiare. In altri punti invece le

orme si sono conservate bene come questa (fig.6a) ed evidenziano una distribuzione asimmetrica delle dita di cui tre corte, pollice indice e medio che servivano per arrampicarsi, ed una estremamente allungata, l'“anulare” che, sorreggendo la membrana dell'ala, serviva per il volo. In fig.6b la ricostruzione di un gruppo di pterodattili.

Abbiamo prelevato circa venti metri quadrati di lastre ad impronte di pterodattili che sono state trasportate faticosamente a mano fino al fuoristrada, dato che il giacimento era inaccessibile anche per il fuoristrada. Tutta la superficie sarà poi ricostruita nel Museo del Desierto.

Ancora nello stato del Coahuila, abbiamo visitato la località di Cuatrociénegas, a nordovest di Saltillo, dove in mezzo al deserto si trovano alcuni deliziosi laghetti color cobalto, le “ciénegas” appunto, alimentate da sorgenti termali sotterranee (16).

La zona era circondata da consistenti e splendidi affioramenti di dune di sabbia bianca, interamente costituita da microcristalli regolari ed individuali di gesso. Scopo principale della visita era però quello di esaminare nei laghetti stromatoliti vive, che sono strutture calcaree prodotte da cianobatteri e divengono, con il tempo, agglomerati rocciosi formati da lamine di materiale calcareo, detto feltro algale. Sono la forma di vita più vecchia al mondo: tre miliardi e mezzo di anni! In Italia queste strutture sono presenti allo stato fossile (fig.7a) nelle rocce calcaree o dolomitiche del triassico e del giurassico (15), mentre a Cuatrociénegas, nella fig.7b, le vediamo ancora vive, in corso di formazione: un caso rarissimo al mondo, soprattutto nell'acqua dolce.

Brasile 1977

La mia ricerca in campo paleoicnologico è maturata nel corso di indimenticabili esplorazioni, una novantina (6) – (7), effettuate in Brasile dove sono stato missionario per circa diciassette anni nell'area della Pastorale Universitaria della gioventù ed in questa diapositiva (fig.8) osservate la mappa dei giacimenti a dinosauri pubblicati anni fa da una rivista brasiliana. In Brasile ritorno ancora adesso, con una certa periodicità.

Tra i luoghi più interessanti ricordo nel nord est del Brasile la “Valle dei dinosauri”, visibile in primo piano al centro di questa foto aerea, sul cui sfondo la città di Sousa, nello stato della Paraíba, ed al lato della foto la fragile foresta a galleria o ciliare, che borda il fiume do Peixe affluente del rio Piranhas.

La “Valle dei dinosauri” è un'ampia distesa lunga circa cento chilometri e larga venti, che corrisponde ad un bacino sedimentario del Cretaceo inferiore, dove ho condotto circa ventisette spedizioni (ora sono già trenta) rilevando trentacinque località a dinosauri (8). Le escursioni venivano effettuate sotto un gran sole, nella stagione più secca che coincideva tra dicembre e gennaio per facilitare l'individuazione delle orme, sul letto roccioso dei fiumi asciutti. In questo ambiente equatoriale estremamente arido si sono rinvenute le piste di circa cinquecento individui di dinosauri di vari gruppi: teropodi, sauropodi, ornitopodi e ankilosauri, oltre a coccodrilli, tartarughe e lucertole. Alcune piste come queste (fig.9a) risalenti al Cretacico inferiore sono molto enigmatiche, in quanto caratterizzate da due piedi ed una sola mano, probabilmente la mano sinistra era amputata o paralizzata e pertanto non partecipava alla deambulazione, comunque il mistero non è risolto, perché i gruppi d'impronte sono alternate a sinistra ed a destra.

In quest'area molte piste di dinosauro erano al di sotto del piano campagna e per farle affiorare, dopo aver individuato la prima orma, occorreva scavare in trincea tutta la pista, a volte prima con il bulldozer, poi a mano, per circa un metro e mezzo di profondità; il restante livello ad “orme” rimase coperto e sono ancora lì in attesa di

successivi scavi. Prossima a questa zona scoprimmo una pista di otto sauropodi di cui sette cuccioli ed un adulto che camminava a zig zag per tenere il passo dei piccoli, poco lontano di lì un carnivoro che probabilmente l'inseguiva. In **fig.9b** un bellissimo paio di orme probabilmente di Abelisauro che fu trafugata da privati; seguendo le "orme" dei ladri scoprimmo che era stata venduta ad un locale museo privato.

Esplorare queste zone e ritornare, magari dopo un anno o più anni, nel punto specifico che si desidera visitare, non è semplice, a causa sia della vastità dell'ambiente sia della mutevolezza e dell'intrico della vegetazione spinosa, che conferisce al paesaggio differenti aspetti. Oggi la ricognizione è notevolmente facilitata adottando sistemi di riferimento del tipo GPS. Sempre nella valle dei dinosauri individuammo una paleosuperficie (**fig.9c**) con orme di carnivori di circa centodieci milioni di anni fa associati a graffiti rupestri degli indios di qualche migliaio di anni che probabilmente avevano attribuito tali impronte pietrificate a qualche esemplare gigante di struzzo sudamericano. Qui una pista di iguanodonte che camminava ad una velocità media di 4/5 km/ora, mentre la sua pista è attraversata obliquamente da due piste di carnivori che correivano ad una velocità di circa 25 km/ora. Con la paleoicnologia desumiamo informazioni che non sono possibili con la paleontologia, (**9-10**) come ad esempio il comportamento e la velocità dei dinosauri, oltre a verificare alcuni aspetti come la postura, le direzioni, il comportamento gregario o meno, il peso e le dimensioni. Da quest'ultimo rilevamento è venuta fuori questa ricostruzione (**fig.9d**) nella quale osservate a destra Iguanodonti seguiti a sinistra da Abelisauri.

Tra le esplorazioni più interessanti ricordo una nel 1977 motivata dalla ricerca di una cava il cui materiale era servito come rivestimento dei marciapiedi della città di San Carlo a circa duecentocinquanta chilometri a nord est di San Paolo a sud del Brasile. Lì mi accorsi casualmente, isolato dopo isolato, che la città era tempestata (**11**) - (**12**) di orme di faune cretatiche nane, in ambiente desertico, tra cui mammiferi primitivi e anche dinosauri. Successivamente notai che anche il selciato dell'aeroporto di San Paolo presentava analoghe impronte. Mi attivai presso i sindaci della zona mostrando loro le circa sessanta lastre che io avevo riprodotto su fogli di carta formato naturale, come si fa con i modelli per sarta, etichettandole: "impronta di... alla via... numero civico..."; alla fine, dopo otto anni di pressione, uno di loro, il sindaco di Araraquara, si convinse al prelievo sostituendole con analogo materiale di cava. In **fig.10a** la cava di provenienza, qui io mentre indico una delle lastre presenti sul selciato e qui (**fig.10b**) una delle sessanta lastre che furono consegnate al Servizio Geologico di Stato del Brasile e che oggi sono esposte al Museo Nazionale di Scienze Naturali di Rio de Janeiro (**18**).

Ma come si rilevano le orme fossili ?

Prima si scava per raggiungere lo strato ad orme di dinosauro (qui una foto che ritrae insieme alcuni responsabili della rivista Natura Oggi ed un gruppo di ragazzi del villaggio), poi si fotografa verticalmente dall'alto la superficie (**fig.11a**) prendendo le misure (**fig.11b**) e si ottengono una serie di foto che si uniscono per ricomporre il mosaico, si riproduce in scala ridotta il pavimento roccioso con tutte le piste contenute, si definiscono le coordinate topografiche con teodoliti per facilitare la ricognizione del sito per successive riprese di scavi, ed alla fine si realizzano i calchi, cioè contro impronte (**fig.11c**), versando all'interno dell'orma particolari sostanze, oggi soprattutto gomme silconiche che non danneggino il reperto.

A volte ci si trova davanti a casi particolarmente interessanti, come per esempio questa orma di teropodo caratterizzata da piccoli crateri provocati dalla caduta di grosse gocce

d'acqua di una pioggia tropicale avvenuta circa 110 milioni di anni fa nel Cretaceo inferiore, poco dopo che era passato il carnivoro (fig.12a). Questo lo si evince dal fatto che i crateri si trovano sia dentro che fuori il perimetro dell'orma; infatti se l'animale fosse passato dopo la pioggia avremmo trovato crateri solo all'esterno dell'orma. Notiamo inoltre che le pareti di questi piccoli crateri sono più alte verso sud e ciò significa che la perturbazione probabilmente era arrivata da nord.

Qui notiamo la sovrapposizione di due orme di differenti carnivori: quello che era passato dopo aveva deformato l'impronta di quello che lo aveva preceduto (fig.12b).

I mezzi che vengono utilizzati dai paleontologi durante le esplorazioni a terra sono diversi, dal cavallo alle barche o piroghe, frequentemente il "cavallo di San Francesco"; sino alle macchine che fungono quasi da anfibi quando si attraversano corsi d'acqua poco profondi.

Roccamonfina settembre 2003

Prima di venire qui a Benevento ho effettuato un sopralluogo nelle prossimità del vulcano spento di Roccamonfina in provincia di Caserta, dove di recente sono state scoperte le più antiche orme di *Homo erectus* risalenti a circa 660.000 anni fa (13). Le impronte affiorano su una grossa colata di fango e cineriti che all'epoca del passaggio degli ominidi si era in parte raffreddata ma era ancora abbastanza fluida da affondarvi con i piedi, e quindi doveva essere sgradevolmente calda specie per chi vi camminava a piedi nudi. Gli studi sono condotti dai paleontologi Prof. Paolo Mietto dell'Università di Padova e Prof. Marco Avanzini del museo Tridentino di Scienze Naturali (17). Le orme si presentano abbastanza profonde, sono di lunghezza di un uomo adulto odierno e non conservano dettagli morfologici come le dita, anche se s'intravede appena l'arco metatarsale. Gli uomini alla fine del loro percorso, dove la superficie della colata di fango era più ripida, dopo aver appoggiato il tallone, incominciarono a scivolare come si vede da queste altre impronte. In prossimità di questa pista sono state ritrovate orme di felino poco chiare. È la ricostruzione di una scena di caccia dell'uomo che aveva lasciato queste impronte. Concludiamo questo viaggio nel passato in Kenia, dove si osservano orme di australopitechi, lontani antenati dell'uomo che passarono lì circa 3.750.000 di anni fa.

Grazie per la cortese attenzione.

Domande

Quali tra i dinosauri erano quelli più veloci e quali invece i più lenti ?

Risposta

Generalmente gli erbivori che adottavano la fuga come mezzo di difesa dai carnivori; questi ultimi, anche se più lenti, compensavano la corsa più lenta con falcate più lunghe essendo di proporzioni maggiori.

Dromiceiomimus viaggiava ad una probabile velocità di 65 km/ora, mentre il *Gallimimus* a 56 km/ora, quasi quanto un cavallo a galoppo. Tra i più lenti invece l'erbivoro *Brachiosaurus*, con circa 5 m/ora, aveva già una mole enorme che scoraggiava l'attacco dei carnivori.

Approfondimenti consigliati

- (1) www.unfuturoasud.it/lettureconsigliate.htm Incontri con la paleontologia 1° Edizione
Pubblicato sul sito della Onlus Un Futuro sud. – Benevento maggio 2002.
- (2) www.maps-of-mexico.com – Mappe degli stati del Messico.
- (3) www.sonorandesertnp.org - Sito del Parco Nazionale del deserto di Sonora (versante americano e messicano)
- (4) www.desertmuseum.org – Portale ufficiale del Museo del deserto di Sonora (Arizona)
- (5) www.guadalajara.gob.mx/dependencias/museopaleontologia/ Museo di paleontologia di Guadalajara
- (6) Leonardi G. (1989) - *Inventory and Statistics of the South American Dinosaurian Ichnofauna and its Paleobiological Interpretation*. In: Gillette, D.D. & M.G. Lockley (eds). *Dinosaur Tracks and Traces*. Cambridge, Cambridge University Press, 1989. 454 p., illustr.: 165-178, 4 tav.
- (7) www.unb.br/ig/sigep/sitio026/sitio026english.htm - As Pegadas de dinossauros das bacias Rio do Peixe, PB 09/07/2000
- (8) Leonardi G. (1980) - *Dez novas pistas de Dinossauros (Theropoda Marsh, 1881) na Bacia do Rio do Peixe, Paraíba, Brasil*. Actas 1° Congreso Latinoamericano e Paleontología, Buenos Aires, 1978, 1: 243-248, 1 tav., 1 tab. Buenos Aires.
- (9) Leonardi G. (1994) - *Al Dinosaurio 10 in condotta. Ve lo dice l'icnologo*. Poster giovani, 2(8): 6-7, 3 figs. Trento. *Dinosauri socievoli e dinosauri scorbutici*. Poster giovani, 2(9): 6-7, 3 figs. Trento. - *Quanti erano i dinosauri erbivori e quanti i carnivori?* Poster giovani, 2(10): 6-7, 4 figs. Trento.
- (10) Leonardi G. (1979) - *Abundante Ichnofauna (Vertebrados e Invertebrados) na Formação Botucatu s.s. em Araraquara, São Paulo*. Anais da Academia brasileira de Ciências, 51(2): 360-361 (abstract). Rio de Janeiro.
- (11) Leonardi G. (1981) - *Novo Ichnogênero de Tetrápode Mesozóico da Formação Botucatu, Araraquara, SP*. Anais da Academia brasileira de Ciências, 53(4): 793-805, 6 figs., 5 grafs., 2 tabs. Rio de Janeiro.
- (12) www.unb.br/ig/sigep/sitio079/sitio079english.htm Jazigo Icnofossilífero do Ouro - Araraquara (SP) – 07/10/1999
- (13) <http://digilander.libero.it/caicaserta/escursionismo/2004/approfondimenticialpatediavolo.htm> - Rassegna stampa internazionale sul ritrovamento delle impronte di ominide con vari approfondimenti e foto e links. A cura del Club Alpino sezione di Caserta.
- (14) <http://xoomer.virgilio.it/eutropia> – Sulle tracce dell'Homo di Roccamonfina (Tora e Piccilli) – Foto, mappa degli affioramenti, rassegna stampa, interviste ai paleontologi Marco Avanzini e Paolo Mietto – versione inglese ed italiano.
- (15) www.regione.emilia-romagna.it/geologia/divulg.htm - Interessante sito su argomenti di geologia a carattere divulgativo
- (16) www.laventa.it/photogallery/4c-varie/index.htm - Sito della Soc. Laventa con galleria fotografica dei laghetti (ciénegas)
- (17) www.mtsn.tn.it - Sito ufficiale del Museo tridentino di Scienze Naturali
- (18) www.duiops.net/dinos/index.html - Sito sui dinosauri in lingua spagnola.

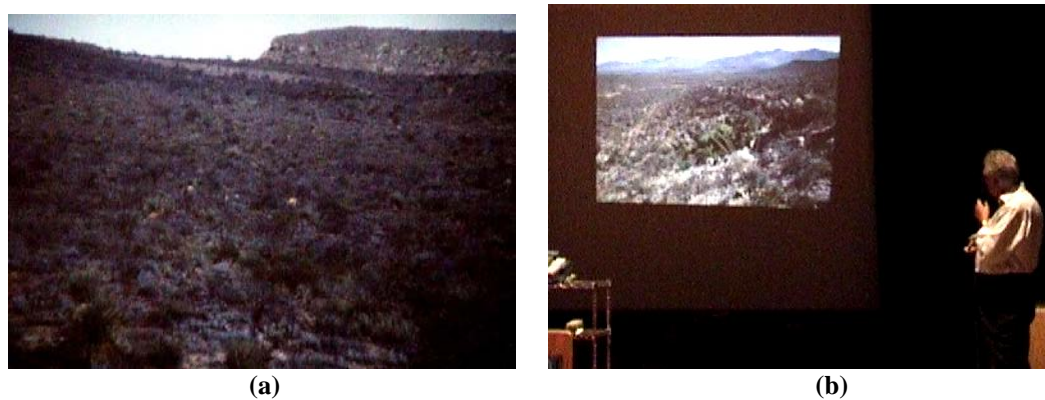
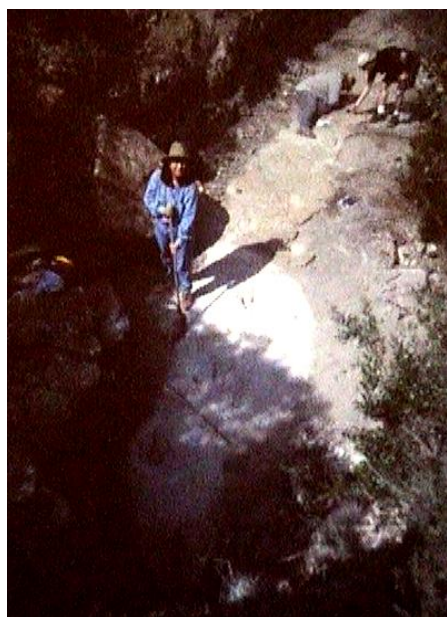


FIG.1 Panoramiche di una parte del deserto Chihuahua. (a) Veduta dal basso – (b) veduta dal monte.



FIG.2 Tipica vegetazione del deserto Chihuahua - (a) Piante grasse di rara bellezza – (b) *Selaginella lepidophylla* popolarmente in Italia conosciuta come Rosa di Gerico – (c) in assenza d'acqua – (d) in presenza d'acqua.



(a)



(b)

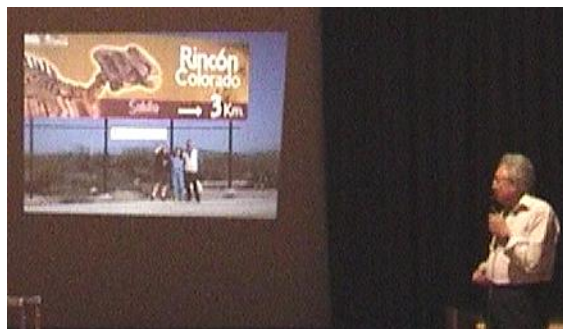


(c)



(d)

FIG.3 Cañon delle anime - (a) Rilievo paleontologico nel cañon - (b) Orma di grande dinosauro predatore tridattilo su ondulazioni di ripples marks - (c) Alcune orme di una tartaruga che deambulava in acque basse - (d) Piste di teropodi



(a)



(b)



(c)



(d)

FIG.4 (a) In prossimità di un parco paleontologico a Nord di Saltillo - (b) Il villaggio del Rincón Colorado - (c) Impronta enigmatica - (d) Ornitominide a cui probabilmente corrisponde l'impronta precedente.



(a)



Distribution overview of the Yucca Series



(b)

FIG. 5 Palma loca cioè palma pazza (a) e sua localizzazione (b).

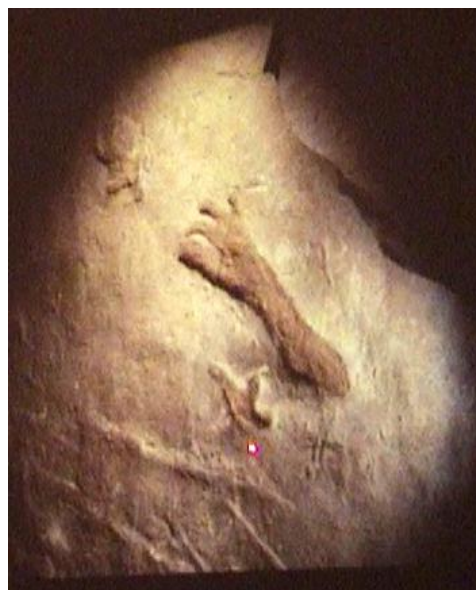


FIG.6 (a) Rare orme di pterodattilo - (b) Ricostruzione di pterodattili



FIG.7 Fossili viventi - (a) Stromatoliti allo stato fossile - (b) Stromatoliti viventi nelle acque termali di Cuatrociénegas (Coahuila)



FIG.8 Mappa dei giacimenti fossiliferi a dinosauri in Brasile



(a)



(b)



(c)



(d)

FIG. 9 (a) Pista semiquadrupede di un grosso iguanodontide – (b) Orma di Abelisauro – (c) Paleosuperficie a dinosauro e graffiti rupestri - (d) Una ricostruzione di una scena di caccia desunta dalla orme descritte al punto precedente.



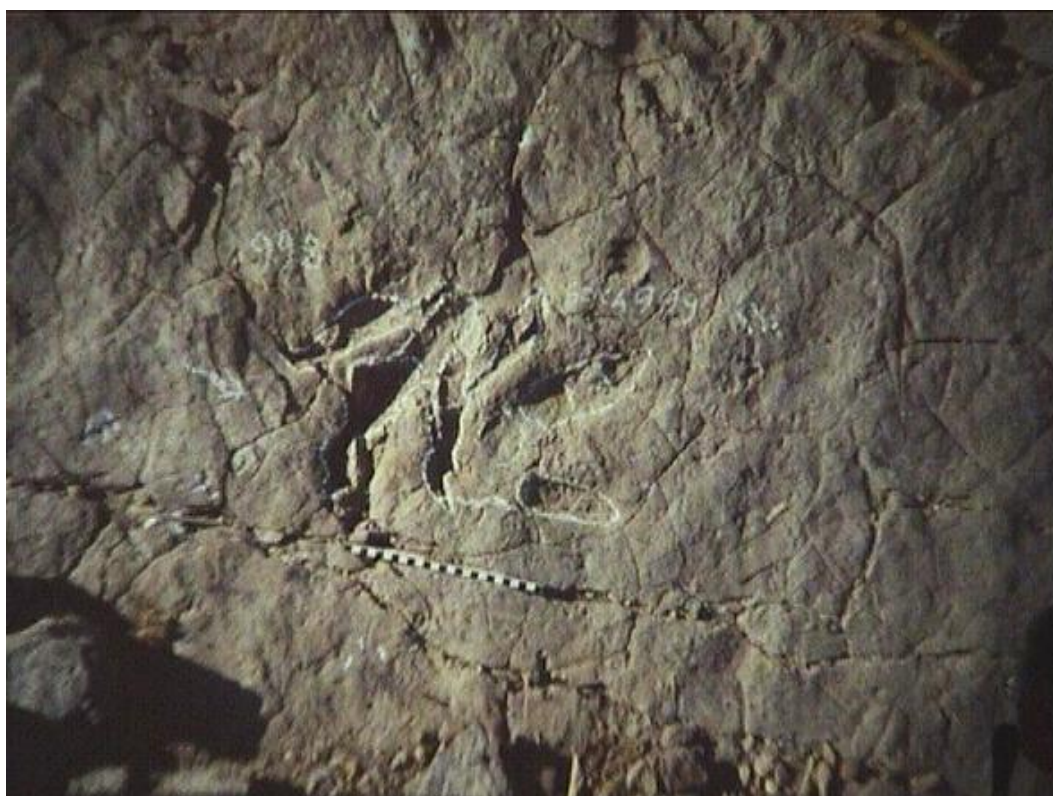
Fig. 10 (a) Panoramica della cava da dove provenivano orme di dinosauro che ricoprivano il selciato di marciapiedi nella città di Araraquara e altre città dello stato di Sao Paulo in Brasile – (b) Una delle lastre del selciato prelevate.



Fig. 11. Rilevamento delle impronte fossili di dinosauro - (a) Ortofoto della paleosuperficie (b) Misure per la rappresentazione in scala – (c) Controimpronte con la gomma siliconica.



(a)



(b)

Fig. 12 –Interessanti casi di paleoiconologia che documentano la sequenza degli eventi – (a) Evento meteorico successivo al passaggio di un dinosauro carnivoro – (b) Passaggio di due dinosauri carnivori in differenti momenti.



Carmela Barbera è nata a Napoli nel 1941. Diplomata al liceo classico si laurea in Scienze Geologiche nel 1963. Successivamente è vincitrice del premio Giotto Dainelli sulla ricerca paleontologica, nonché di varie borse di studio sulla biostratigrafia. Nel 1972 collabora con il Dipartimento di Geologia del *Trinity College* di Dublino e diventa nel 1980 professore associato della cattedra di paleontologia dei vertebrati dell'Università Federico II di Napoli. Conduce la campagna di scavi nel *Parco Geopaleontologico di Pietraroja* nel 1982. Pubblica oltre cinquanta studi anche di carattere divulgativo. Nel 1989 con il

patrocinio della Provincia di Benevento ed insieme ai suoi allievi organizza la prima mostra di paleontologia del territorio sannita “*Duecento milioni di anni fa: itinerari alla scoperta dei fossili della provincia di Benevento*” inaugurando un nuovo percorso di valorizzazione del territorio sannita che si consoliderà attraverso varie tappe: 1996 collaborazione con l'Archeoclub di Baselice e nascita di un piccolo museo di fossili; 1998 fondazione della Onlus *Un Futuro a Sud* e successivamente attività di ricerca paleontologica orientata alla fruizione museologica con particolare riguardo agli indirizzi dei nuovi corsi di laurea e di specializzazione biennale per docenti (corsi SSIS).

Prof.ssa Carmela BARBERA Università degli Studi Federico II di Napoli Dip. Scienze della Terra – Largo San Marcellino, 10 - NA +39081.253133 – melaba@unina.it

La vita in Campania negli ultimi 150 milioni di anni ed i principali giacimenti fossiliferi.

Buon pomeriggio. Sono Marco Signore, porto i saluti della professoressa Carmela Barbera, che si scusa per non essere presente a causa di imprevisti ed improcrastinabili motivi di lavoro. La professoressa mi ha incaricato di illustrare l'intervento programmato con l'ausilio delle seguenti immagini che per l'occasione ha preparato. Faremo un viaggio nel tempo partendo dai depositi più antichi a quelli più recenti che affiorano in Campania, offrendo una panoramica sui principali geositi campani che per le loro caratteristiche mineralogiche, sedimentologiche, idrogeomorfologiche e paleontologiche sono considerati luoghi degni di tutela. Attraverso il loro studio infatti è possibile ricostruire la storia di questa regione negli ultimi 150 milioni di anni. In particolare mi soffermerò sugli aspetti paleontologici introducendo il significato di fossile ed il loro contributo ai fini della ricostruzione sotto i vari aspetti. Ogni geosito presenta una varietà di flora e fauna fossilizzata; in particolare, quella che cattura maggiormente l'interesse si riconduce ai ritrovamenti di rettili e quindi dinosauri, ma tutti i ritrovamenti sono importanti ai fini scientifici.

Abbiamo visto l'altro ieri con Luis Rey come gli uccelli discendano dai dinosauri, come sia nato il volo, sappiamo come si è evoluto l'essere umano e molti avvenimenti degli ultimi diecimila anni di storia che sono solo un "soffio" nella vita della Terra, storia che in piccola parte conosciamo grazie soprattutto ai fossili.

Osservate un trilobite completamente cristallizzato (fig.1) che ha scolpito letteralmente nei minimi particolari il corpo dell'animale. Questi sono organismi molto più antichi dei dinosauri ed hanno un aspetto estremamente alieno. Qui (fig.2) denti di squalo: anticamente gli uomini credevano si trattasse di lingue pietrificate, infatti ancora oggi il nome è rimasto e si chiamano *glossopteryx*. Moltissime leggende e favole hanno la loro origine nei fossili, e in passato gli uomini hanno attribuito ai fossili un valore esoterico e magico. In alcune sepolture antichissime sono stati ritrovati, tra gli oggetti che facevano parte del corredo del morto, anche alcuni fossili, dall'epoca greca in poi furono visti come "piccoli miracoli", oggetti magici o di origine inspiegabile e quindi divina. Fu il filosofo greco Aristotele che decise che i fossili rappresentavano dei "tentativi andati a male" da parte della forza creativa della natura di plasmare animali. Questa visione aristotelica ha dominato il medioevo, un po' come tutti i campi delle scienze. Fu così che crani di elefanti nani in Sicilia diedero origine alla leggenda dei ciclopi, così come i grifoni, creature con il corpo di leone ed ali e becco di aquila che popolano le leggende mediorientali, in realtà prendono spunto da ritrovamenti di scheletro di *Protoceratops* molto simile. Solo verso la metà dell'800 la paleontologia divenne una scienza.

I fossili ci raccontano la storia della vita sulla Terra (1), infatti permettono di datare la roccia e stabilire correlazioni attraverso "fossili guida" e ricostruire il clima attraverso "fossili di ambiente". I primi consentono di operare correlazioni cronostratigrafiche poiché sono vissuti in un breve tempo geologico distribuendosi su una vasta area a differenza dei "fossili viventi", così chiamati perché le loro specie fossilizzate non si sono mai estinte e vivono ancora oggi ed hanno attraversato indenni tutte le catastrofi naturali avvenute nella storia della Terra. Alcuni esempi di fossili viventi sono il limulo, lo squalo, il nautilus che vive nelle acque tropicali etc. È per questo motivo che le prospettive della paleontologia moderna sono orientate alla valorizzazione del territorio collegato anche ad altri aspetti, quale quello paesaggistico, geomorfologico,

mineralogico, geologico, ma anche alla ricerca nel campo medico. Quando un sito presenta queste rilevanze viene definito Geosito. Tra gli aspetti più importanti dei geositi ci sono i fossili che rappresentano tracce di organismi vissuti nei tempi geologici passati. Il termine deriva dal latino *fodere* che significa seppellire, e in passato veniva riferito solo alle tracce di origine animale o vegetale. Oggi nella categoria “fossile” ricadono anche tracce lasciate dagli organismi durante la loro vita e di questo si occupa la paleoicnologia, particolarmente importante perché completa il quadro degli animali come avrete modo di ascoltare nell'intervento del professor Leonardi. Quindi i fossili oggi ci forniscono indicazioni sulla storia della vita nei tempi passati, sugli ambienti in cui tali organismi vivevano, sulle modalità ed i meccanismi di estinzione ed evoluzione delle diverse specie. Il fossili del mesozoico (200 – 65 milioni di anni fa) sono abbondantemente rappresentati in Campania da importanti giacimenti fossiliferi del Trias superiore, del Giurassico inferiore e medio e del Cretacico inferiore e superiore.

I giacimenti triassici (225-180 milioni di anni fa) affiorano prevalentemente sui Monti Picentini e sono i più antichi della Campania e sono rappresentati da molluschi, crostacei, pesci e rettili.

I giacimenti giurassici (180-135 milioni di anni fa) sono rappresentati da calcari a molluschi *Lithothamnium* affini alle ostriche, che hanno fornito abbondanti rivestimenti nei palazzi monumentali del XVIII secolo, e da calcari ad ammoniti del Monte Bulgheria e Cilento Meridionale, infine da calcari a scogliera con coralli.

I giacimenti cretacei (80 – 65 milioni di anni fa) sono prevalentemente rappresentati da una ricca fauna di invertebrati quali: Rudiste ampiamente diffuse sulle montagne del Matese, Tobenna, Trentinara e Taburno-Camposauro, crostacei diffusi nel Cilento, pesci nel Matese (Pietraroja) (fig.3), Profeti e Cilento, rettili nel Matese ed infine resti di vegetali come conifere sempre nel Matese e Profeti.

Risalendo nella scala del tempo troviamo i fossili dell'era Cenozoica in particolare del Miocene (23-7 milioni di anni fa), rappresentato in Campania essenzialmente dalla “Formazione di Cusano”, costituita da calcari a briozoi e litotamni, marmo perlato, arenarie e molluschi sui Monti Lattari di Roccadaspide ed arenarie a clipeastri, popolarmente detti ricci di mare (fig.4) e Rodoliti di Baselice (2).

I fossili del Pliocene (7,0 ed 1,8 milioni di anni fa) sono rappresentati da sedimenti arenaci, arenaco-argillosi presenti nelle aree interne in bacini che si trovano sulla catena che avanza verso l'Adriatico e che tendono a chiudersi con i terreni più recenti, conglomerati riccamente fossiliferi con molluschi e talvolta resti di vegetali. Giungiamo così nell'era Quaternaria, detta anche Neozoica (1,7 milioni di anni fa ad oggi). In Campania i fossili di quest'era (fig.5) appartengono alle ultime fasi climatiche: a quelle fredde corrispondenti alle glaciazioni ed a quelle calde corrispondenti agli ultimi innalzamenti del livello marino a seguito del parziale scioglimento delle calotte polari. Sono presenti sia depositi marini che continentali, in particolare modo lungo le aree costiere e nelle pianure interne e sono rappresentati dai mammiferi continentali e marini che sono diffusi lungo tutte le coste italiane. Particolarmente importanti sono il cervo gigante, lo stambecco ed il cavallo idruntino, gli uri. Nelle isole di Capri vi sono faune tipicamente insulari, come forme nane del cervo tirrenico.

Ringrazio per l'attenzione.

Domanda

Si è accennato all'utilità dei fossili per la ricostruzione degli antichi ambienti e la datazione della roccia. Quale contributo invece offrono i fossili viventi nella ricerca in campo biologico e medico?

Risposta

Il limulo, cugino dello scorpione, è un fossile vivente non velenoso e presente sulla Terra da oltre cinquecento milioni di anni. Già esisteva da tantissimo tempo quando incominciavano a comparire i primi dinosauri. Ha un aspetto molto strano, non ha mai cambiato "look" negli ultimi trecento milioni di anni ed è sopravvissuto a tutte le catastrofi naturali grazie probabilmente ai suoi "superpoteri" che sono oggetto di studio. Presenta infatti uno straordinario legame tra il nervo ottico ed il suo cervello con tre occhi che gli consentono di vedere a 360° sia di giorno che di notte. Altro "superpotere" è il sangue blu che gelifica quando viene a contatto con batteri pericolosi impedendo loro invasione nell'organismo; ne consegue che il limulo è immune alle malattie. È un animale che ha imparato a vivere in quasi tutte le condizioni, sott'acqua e fuori dall'acqua, sui fondali rocciosi e nel fango, sotto i raggi cocenti del sole, eppure è una specie minacciata dall'uomo perché viene pescato in quantità molto elevate rischiando d'interrompere la ricerca medica nel campo immunologico ed oculistico.

Approfondimenti consigliati

- (1) Marco Signore (2000) - *Una vita per i dinosauri. Scipionyx samniticus e le nuove scoperte della paleontologia: i fossili raccontano*. Edizioni il Chiostro, Benevento.
- (2) www.archeoclubitalia.it/attivita/musei/index.asp - Museo di Baselice
- (3) www.musei.unina.it – Centro Musei delle Scienze Naturali dell'Università degli Studi Federico II Napoli (Sezioni mineralogia, Antropologia, Paleontologia, Zoologia)
- (4) www.dst.unina.it – Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi Federico II di Napoli
- (5) AA.VV. Servizio Geologico Italiano – Fogli Geologici (scala 1:100.000): 172 (Caserta); 173 (Benevento); 162 (Campobasso); 185 (Salerno); 19 (Eboli);
- (6) www.spi.unimo.it – Sito ufficiale della Società Paleontologica Italiana.
- (7) <http://diamante.uniroma3.it/hipparcos/fossiliindex.htm> - Interessante mostra di fossili classificati per ere geologiche con immagini di dettaglio promossa dal Centro di Documentaristica Scientifica del Gruppo Astrofili per la divulgazione della cultura scientifica.



Fig.1 - Trilobite del Cambriano.
(Museo di Paleontologia dell'Università
Federico II Napoli)



Fig.2 Denti di squalo
(Museo Paleontologico di Ovada)



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig.3 Fossili del Cretacico: (a) rudista – (b) crostaceo – (c) pesce osseo *Lepidotes* appartenente al gruppo dei Ganoidi – (d) il rettile *Deimosaurus* piaetraroja (Museo di Paleontologia dell'Università Federico II Napoli)



Fig.4 Echinodermi del miocene

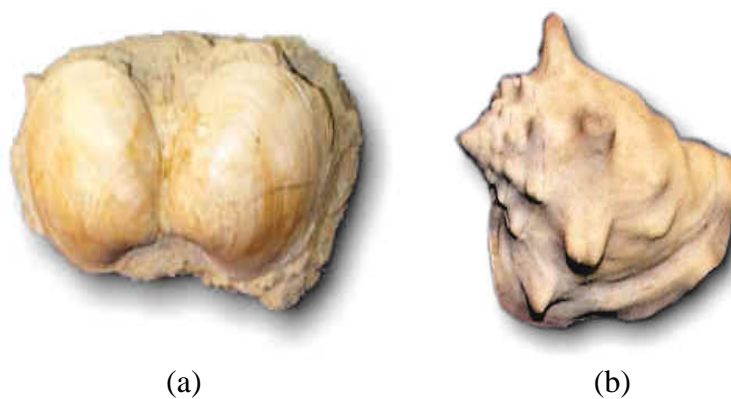


Fig.5 Molluschi del quaternario indicatori paleoclimatici provenienza Puglia – (a) *Artica islandica* (ospite freddo) - (b) *Strombus bubonius* (ospite caldo) (*Museo di Paleontologia dell'Università Federico II Napoli*).



Fabio Marco Dalla Vecchia nasce a Schio (Vicenza) nel 1964. Si laurea in Scienze Geologiche con indirizzo paleontologico a Bologna nel 1990. Nel 1996 consegue il Dottorato di Ricerca in Paleontologia presso l'Università di Modena specializzandosi sullo studio degli pterosauri triassici con particolare riguardo al loro habitat, datazione e storia evolutiva nell'ambito di una ricerca sui rettili del Triassico Alpino. Partecipa a numerosi progetti del MURST che lo portano a realizzare tredici campagne di scavo paleontologico in Italia e quattro all'estero (Europa, Asia ed America latina). Nel 1998, su incarico del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, assume la direzione scientifica dello scavo paleontologico presso il sito cretaceo a dinosauri del Villaggio del

Pescatore (Duino, Trieste). Progetta vari percorsi espositivi, divulgativi e gestioni di collezioni paleontologiche dei comuni del territorio friulano e degli Enti Parco Dolomiti, di Modena e di Ancona. Consigliere della Società Paleontologica Italiana (SPI) e Corrispondente Nazionale per l'Italia dell'European Paleontological Association (EPA). E' autore di cinquantacinque pubblicazioni riguardanti la paleontologia (soprattutto dinosauri e pterosauri) e la geologia dell'Italia nord orientale ed Istria, edite su riviste nazionali ed internazionali. Attualmente è Curatore del Museo Paleontologico Cittadino di Monfalcone (GO).

Dinosauri adriatici, una finestra aperta su di un mondo scomparso

Fabio M. Dalla Vecchia

fabdalla@tin.it

Museo Paleontologico di Monfalcone, Gorizia

I dinosauri adriatici sono vissuti sulla porzione di crosta terrestre che a causa dello scontro tra la zolla Afroarabica e quella Europea ha formato nelle ultime decine di milioni di anni le regioni che attualmente circondano il mar Adriatico, dalla Puglia e dalla Dalmazia fino alle zone alpine del Friuli e del Trentino.

Le loro tracce più antiche risalgono al Triassico superiore, circa 200-215 milioni di anni fa, e si rinvencono sulle cime delle Dolomiti. Queste montagne si formarono a seguito della compattazione di bianchi fanghi carbonatici che si erano depositati sulle estese piane di marea che in quel periodo ricoprivano l'Italia settentrionale.

Queste rocce di composizione dolomitica sono disposte in pile di strati grigi o biancastri, raggiungono spessori di circa 1500 metri e sono chiamate dai geologi "Dolomia Principale".

Le prime impronte di un dinosauro "alpino" furono scoperte da Vittorio Cazzetta (1) all'inizio degli anni '80. Esse si trovano a 2050 m di quota su di un grosso masso caduto dalla parete meridionale del Monte Pelmetto nelle Dolomiti Bellunesi. Successivamente numerose altre orme sono state rinvenute nei massi della stessa frana. Si tratta di un'associazione icnologica abbastanza varia. Sono infatti presenti orme di piccoli e grandi teropodi (*Eubrontes*), di un probabile prosauropode, di un possibile piccolo ornitopode primitivo e di rettili non dinosauri. Un blocco con grandi impronte tridattile è presente pure sulle Tre Cime di Lavaredo.

Di seguito altri reperti furono rinvenute in zona e nelle Dolomiti occidentali. Dieci massi con orme sono stati inoltre scoperti tra il 1993 e il 1996 anche nel Parco delle Dolomiti Friulane in Friuli nella provincia di Pordenone (fig.1a). La prima orma, tridattila, è lunga 35 cm. ed è stata rinvenuta nel 1992 dall'insegnante veneto Giampaolo Borsetto su di un masso di dolomia franato ai piedi di una cascata. Venne impressa da un teropode di dimensioni relativamente grandi. Altri reperti sono stati trovati dall'amatore naturalista pordenonese Mauro Caldana, che percorre le montagne per reintrodurre nel Parco i rapaci feriti. Si tratta per lo più di orme attribuibili a teropodi di dimensioni medio-piccole, ma sono presenti anche probabili piste di prosauropodi e tracce di rettili non-dinosauri (fig.1b).

Una pista probabilmente riferibile ad un dinosauro è stata scoperta anche nelle Alpi Giulie in territorio sloveno.

Orme di dinosauri del Giurassico inferiore (199-175 milioni di anni fa) sono ora note in numerose località del Trentino-Alto Adige, la più famosa delle quali è quella dei **Lavini di Marco** in provincia di Trento, dove una enorme frana, caduta durante il Medioevo e menzionata anche da Dante nella Divina Commedia, ha esposto una vastissima superficie costellata di impronte fossili. Esse sono state scoperte casualmente nel 1990 da Luciano Chemini che aveva notato la disposizione regolare di alcuni buchi lungo un colatoio che da lui ha preso il nome. Successivamente sono state rinvenute centinaia di orme e piste impresse da centinaia di individui diversi.

Le più comuni sono le impronte tridattile di grandi e piccoli teropodi, seguite dalle piste di sauropodi ed alcune piste forse attribuibili a grandi ornitopodi e impronte tridattili

che potrebbero essere state lasciate da piccoli ornitopodi. I sauropodi sono tra i più antichi rinvenuti finora, mentre i grandi ornitopodi - se effettivamente tali - sono di gran lunga più “vecchi” di tutti quelli scoperti finora a livello mondiale. Le orme si trovano in più livelli che rappresentano ambienti costieri tidali, vale a dire di piana di marea.

Una pista di un dinosauro teropode di dimensioni relativamente grandi è stata scoperta da Guido Roghi nei Monti Lessini in provincia di Verona, in un livello leggermente più recente di quelli dei Lavini di Marco.

Fino a 10 anni fa nella regione Adriatica le testimonianze della presenza di dinosauri cretacei, cioè vissuti tra i 145 e i 65 milioni di anni fa, erano decisamente scarse e si limitavano ad alcune orme trovate a partire dal 1924 nell'Istria meridionale, oggi in Croazia, ma allora in Italia, trovate a partire dal 1924.

Durante il Cretaceo la parte di Italia, Slovenia e Croazia che attualmente borda il mare Adriatico apparteneva alle piattaforme carbonatiche periadriatiche, zone di mare basso vagamente simili alle attuali Bahamas. Esistevano tre piattaforme carbonatiche periadriatiche (fig.2): la Piattaforma Adriatico-Dinarica, che costituisce parte del Friuli, la Venezia Giulia, l'Istria, la Dalmazia, ecc., la Piattaforma Appenninica o Laziale-Abruzzese-Campana, che forma parte delle regioni omonime, e la Piattaforma Apula che costituisce la Puglia e la Maiella.

Negli ultimi dieci anni sono state effettuate molte scoperte, soprattutto nella parte settentrionale della Piattaforma *Adriatico-Dinarica*. Successivamente alle scoperte effettuate al nord, orme di dinosauro sono state trovate anche nella Piattaforma *Apula* in Puglia, nel sito di Altamura e nel Gargano. *Scipionyx samniticus*, la cui esistenza fu resa nota proprio mentre iniziavamo nel 1993 lo studio dei dinosauri istriani, proviene invece dalla Piattaforma Laziale-Abruzzese-Campana.

La scoperta in Italia delle prime impronte di dinosauro risalenti al cretaceo avvenne nel luglio del 1994 allorché il geologo friulano Sandro Venturini, mentre passeggiava sul molo di Porto Corsini, Ravenna, si accorse della presenza su di un grosso masso calcareo di una grande orma a tre dita (fig.3).

Si trattava dell'impressione della zampa posteriore di un dinosauro carnivoro bipede, un teropode. Successivamente ad uno studio più accurato del masso si è evidenziata la presenza anche dell'orma della zampa anteriore di un sauropode, proprio vicino a quella del teropode.

Essendo il masso alloctono, cioè trasportato per la costruzione del molo da un'altra zona fino a Porto Corsini, il problema principale da affrontare consisteva nell'identificazione della cava di provenienza. L'impresa si profilava ardua, poiché la ditta che aveva costruito i moli negli anni '60 non aveva documentazione che comprovasse la provenienza del materiale. Siamo quindi andati per esclusione sulla base della litologia ed età del masso “suggerita” dalla presenza di alcuni microfossili e sulla distribuzione in Italia dei calcari di piattaforma dell'Hauteriviano superiore - Barremiano inferiore. Alla fine inviai una studentessa di Pordenone, che seguì nella realizzazione della sua tesi di Laurea all'Università di Padova, affinché parlasse con i responsabili delle cave attive ai piedi dell'Altipiano del Cansiglio. Ella trovò un direttore di cava che si ricordava di aver venduto inerti destinati alla costruzione dei moli di Ravenna. Era la cava di Sarone, un paese in provincia di Pordenone. Ci recammo in questa cava e constatammo la presenza dello stesso tipo di roccia con identici microfossili che consentirono la datazione delle orme a circa 130 milioni di anni fa. Fu così che il masso di parecchie tonnellate venne prelevato, anche se con qualche difficoltà tecnica e burocratica, dal Museo di Scienze Naturali di Faenza (2) dove si trova attualmente in esposizione.

Ci spostiamo in Istria dove esistono numerosi siti con orme di dinosauro e, in un caso, anche resti ossei (fig.4). Agli inizi degli anni '90 la località di **Porto Colonne** vicino al paese di Valle era frequentata da un subacqueo di Monfalcone - Dario Boscarolli - che un giorno, immergendosi per pescare astici, s'imbatté in strani resti che gli ricordavano delle ossa. Successivamente l'analisi dei reperti mi permise di stabilire con sicurezza la loro appartenenza ai dinosauri. È stato possibile recuperare solo le ossa staccate dalla roccia, cioè adagiate sul fondale e in parte coperte dalla sabbia, mentre quelle ancora inglobate nella roccia calcarea risultavano di difficile estrazione, anche perché nella zona era vietata l'immersione con l'uso delle bombole. Tutte le ossa libere sul fondale furono faticosamente recuperate in apnea. Una volta segnalata la presenza dei fossili alle autorità croate, purtroppo non è stato possibile superare questioni politico-amministrative che ancora una volta hanno preso il sopravvento sulla ricerca scientifica. Reperti di eccezionale importanza giacciono ancora sul fondo in attesa di tempi migliori, consumati progressivamente dall'erosione. Le ossa recuperate che erano inglobate nel calcare furono liberate mediante metodi chimici e meccanici. In questo modo preparammo una vertebra cervicale lunga circa 35 cm (fig.5a), e una vertebra caudale mediana (fig.5b), entrambe di sauropode. Le ossa che erano rimaste esposte a lungo sul fondale risultavano frammentarie e levigate dalla sabbia mossa dal moto ondoso.

Lo studio di una vertebra dorsale non molto grande, ma ben conservata, ha portato all'istituzione di un nuovo sauropode che fu da me denominato *Histriasaurus boscarolli*. La struttura laminare dell'arco neurale suggerisce un'affinità con alcuni dinosauri sauropodi tipici dell'Africa e dell'America meridionale. In Istria 130 milioni di anni fa vivevano dinosauri sauropodi di grandi dimensioni, lunghi almeno 18 metri, come si desume sia da una vertebra - probabilmente toracica - di circa 35 centimetri di diametro (fig.5c), sia da lunghe costole cervicali filiformi (fig.5d) ancora conservate sul fondale e che documentano una notevole lunghezza e rigidità del collo dell'animale. Tra gli altri reperti vi sono una spina neurale a forma di clava di una vertebra caudale, parte di una tibia, parte di un femore e varie vertebre incomplete. Quasi tutte le ossa ritrovate nel sito di Porto Colonne appartengono a sauropodi (vegetariani), mentre le testimonianze dei carnivori si limitano ad una vertebra caudale di un teropode relativamente grande, ad un dente e ad un piccolo artiglio lungo circa nove millimetri come gli artigli di *Scipionyx samniticus*. L'artiglio ed il dente sono stati scoperti sciogliendo con l'acido la roccia che inglobava la vertebra di *Histriasaurus*. Il dente seghettato, alto poco più di un cm, apparteneva ad un teropode tipo *Velociraptor* e lungo circa due metri.

Il materiale di Porto Colonne dopo lo studio è stato restituito alle autorità Croate, come giusto che fosse. Purtroppo la fragile vertebra cervicale più completa è stata distrutta dalla caduta accidentale di una lastra di vetro.

Verso la fine del Barremiano, circa 125 milioni di anni fa, in Istria meridionale e precisamente in quella che oggi è l'**Isola Maggiore di Brioni**, dinosauri carnivori lasciarono circa 50 impronte lunghe da 27 a 45 cm. (fig.6a-b). Ciò dimostra che dinosauri che popolavano la piattaforma carbonatica Adriatico-Dinarica 125 – 130 milioni di anni fa erano di grandi dimensioni come quelli che si trovavano nel vicino continente Afroarabico.

Successivamente, circa 120 milioni di anni fa, tra l'Afroarabia e le piattaforme carbonatiche periadriatiche che, ricordo, geograficamente corrispondono alle attuali regioni dell'Istria, Friuli Venezia Giulia, Abruzzo, Lazio, Campania e Puglia, si aprì un

oceano, con conseguente approfondimento del mare. Il risultato fu l'isolamento dei dinosauri adriatici che svilupparono adattamenti caratteristici degli animali insulari, come il nanismo. Lungo le coste della penisola istriana e dell'isola Maggiore di Brioni affiorano in modo esteso rocce calcaree del Cretaceo e in alcuni livelli dell'Albiano (circa 100 milioni di anni fa) e del Cenomaniano (circa 95 milioni di anni fa) abbiamo trovato orme di dinosauri. Si tratta di ampie superfici di strato probabilmente messe allo scoperto a seguito dei lavori di cava effettuati dai Romani e poi dai Veneziani che trasportavano le lastre a Venezia, Grado ed altre città della costa. I dinosauri istriani erano rappresentati soprattutto da carnivori bipedi di dimensioni medio-piccole (la zampa posteriore era lunga circa 20 cm) e da sauropodi, vegetariani, di dimensioni inusitatamente ridotte.

Avete notato come la scoperta di fossili di dinosauro sia spesso casuale e lo studio sia entusiasmante, ma talvolta l'avventura può avere risvolti non graditi.

Nella primavera 1995 mi sono recato sull'Isola Maggiore di Brioni insieme alla studentessa dell'Università di Padova che seguivo nella tesi di laurea e ad uno studente del Liceo Italiano di Pola che stava preparando una tesina sui dinosauri istriani per l'esame di maturità. Dovevamo mappare, in accordo con la direzione del Parco, le orme di dinosauro individuate l'anno precedente dalla studentessa. Nel 1994 tutta l'isola era Parco Nazionale, visitabile liberamente dai turisti. Successivamente, a seguito della guerra "segreta" in Bosnia e dell'offensiva finale che i Croati preparavano contro i Serbi, che si verificò nell'agosto del 1995, una parte dell'isola era diventata, a nostra insaputa, zona militare. Il vicedirettore del Parco non ci aveva avvertiti che la zona dove volevamo recarci il secondo giorno di visita all'isola era situata all'interno della zona militare. La rete di recinzione - priva di cartelli - durante la bassa marea non chiudeva l'area e c'era un ampio spazio per il passaggio. Così raggiungemmo il sito di *Kamnik* e il risultato fu che mentre ci accingevamo a mappare le orme i militari ci arrestarono e ci consegnarono alla polizia locale. Fummo processati per direttissima il giorno dopo con il velato sospetto di spionaggio, anche perché non eravamo muniti del visto turistico di entrata, cosa del resto comune alla maggior parte dei turisti che visitano l'Istria per le ferie estive a causa di un numero di visti stampati notevolmente inferiore rispetto alla quantità di transiti. Per fortuna il giudice, una giovane donna, e l'interprete, mi avevano visto in un programma televisivo condotto da una sorta di "Piero Angela" croato, al quale ero stato invitato come esperto di dinosauri.

La vicenda si risolse con il pagamento del minimo delle spese processuali e con le scuse della giudice. A conflitto terminato, nel 1996 tornammo sullo stesso sito in compagnia di Igor Vlahovic del Servizio Geologico Croato e concludemmo le ricerche precedentemente interrotte. In quella occasione portammo a termine le nostre osservazioni su di una pista con 20 impronte tridattili consecutive lunghe ciascuna circa 30 cm, lasciate da un iguanodontide, dinosauro vegetariano, che si muoveva piuttosto lentamente su due zampe, oppure a quattro zampe, ma con l'impronta del piede che si imprimeva perfettamente con quella della mano che quindi non si conservava.

Restiamo sempre sulla costa istriana, nel sito del **Campeggio Solaris** presso Cervera. Le superfici con le orme di dinosauro (fig.7a,b) si trovano all'interno di un campo nudisti. I frequentatori del campeggio ci guardavano con sorpresa, anche perché con il terribile caldo di luglio sembrava strano incontrare qualcuno - vestito - intento a lavorare come un dannato sotto il sole. Poiché era difficoltoso identificare le orme durante il giorno quando il sole era alto, Alceo Tarlao ed io preferimmo utilizzare le ore serali o mattutine perché i raggi solari radenti esaltano le asperità della superficie,

consentendo di definire meglio il contorno delle depressioni. Identificammo gli icnofossili anche di notte con l'aiuto di torce elettriche. Alla fine sulla superficie di 33 x 13 metri risultarono essere presenti circa 400 impronte di dinosauri carnivori di dimensioni medio-piccole e decine di orme appartenenti a sauropodi più o meno nani (fig.8). Dopo aver individuato e contornato con gesso le strutture biogene e non biogene (come i *mud-cracks*) stendemmo una serie di teloni di polietilene trasparente (fig.9) numerati ed orientati con il nord, sui quali riportammo le orme. Successivamente, tornati a Monfalcone, i teli furono fotografati dall'alto, le immagini trasferite sul computer ed assemblate in modo da fornire una riproduzione in scala ridotta (100 cm x 60 cm), ma dettagliata della mappa del sito. La distribuzione delle lunghezze delle impronte di dinosauro nel sito di Solaris e negli altri siti istriani, confrontata con quella dei dinosauri simili e coevi lungo le coste del continente Nord Americano (fig.11) mostra come quelli istriani fossero comparativamente piccoli. Le dimensioni lineari dei dinosauri istriani (fig.12a,b) sono la metà di quelli continentali americani. Ciò è probabilmente da imputare al fenomeno dell'insularità.

Giungiamo quindi alla fine del Cretaceo (85-65 milioni di anni fa) quando le nostre piattaforme carbonatiche erano oramai in collisione con altre porzioni di crosta terrestre. In particolare, la parte più settentrionale della Piattaforma Adriatico-Dinarica iniziò ad essere coinvolta nel sollevamento della Catena Alpina. A quel tempo il Friuli era contiguo, anche se separato da un braccio di mare, ad una zona emersa molto più ampia che andava dalla Lombardia alla Transilvania anche se separato da un braccio di mare. Tale contiguità permetteva probabilmente il passaggio saltuario degli animali da un'isola all'altra.

Nel 1990 i triestini Giorgio Rimoli e Alceo Tarlao mentre cercavano minerali rari sul Carso nei pressi del **Villaggio del Pescatore**, sulla costa a pochi chilometri da Monfalcone, scoprirono alcune “cose” lunghe e nere che spuntavano dalla roccia calcarea datata 85 milioni di anni. Segnarono subito il rinvenimento al Museo di Storia Naturale di Trieste. Erano ossa di dinosauro. Una scoperta eccezionale poiché nessuno pensava che nelle rocce marine del Carso si potessero trovare ossa di animali terrestri come i dinosauri. Nei primi anni nulla accadde, poi nel 1992 il Museo estrasse un blocco con ossa esposte in superficie e successive campagne di scavo permisero il recupero di ulteriori ossa appartenenti ad adrosauri, detti anche dinosauri “a becco d'anatra”, dinosauri vegetariani tipici della fine del Cretaceo. Nel 1994 una studentessa segnalò al Museo di Storia Naturale di Trieste la presenza in superficie di una lastra con alcuni resti ossei. La lastra fu estratta e dopo la preparazione con l'acido ci si accorse che si trattava di arti anteriori di un adrosauro perfettamente articolati. Probabilmente il resto dello scheletro era rimasto all'interno della roccia nell'affioramento e pertanto successivamente lo Stato italiano stanziò i fondi per recuperare questa eventuale parte dello scheletro. Nell'inverno del 1998 iniziò lo scavo. Fu eseguito un lavoro molto impegnativo in quanto fu disboscata la zona attorno al fossile, asportato il suolo ed infine identificata la posizione del dinosauro e di altre ossa. I reperti si trovano all'interno di una lente di calcari neri ben stratificati. Poiché si dovevano sfogliare le rocce staccandole a blocchi fino ad arrivare alla lastra che presumibilmente conteneva il dinosauro sono stati utilizzati potenti mezzi meccanici come quelli impiegati per l'estrazione lapidea nelle cave. Solo dopo alcuni mesi di lavoro, nel marzo del 1999, è stato possibile estrarre la lastra che conteneva il raro scheletro completo di un dinosauro adrosauro, soprannominato Antonio. L'animale era lungo appena quattro metri, poco se si considera che la maggior parte dei suoi parenti del Nord America e dell'Asia

raggiungevano dieci ed a volte persino quindici metri di lunghezza; Antonio è l'adrosauo europeo meglio conservato. Il fatto che fosse di dimensioni inferiori ad altri esemplari che vivevano in America è la prova, come affermato in precedenza, che queste faune erano nane perché vivevano su di un'isola.

Per concludere, tra il 1998 e 1999 lavori di sbancamento sul Carso per la realizzazione di un tratto autostradale a Kozina, in territorio sloveno, ma vicino al confine tra Italia e Slovenia, hanno portato alla luce una struttura carsica di età cretacea superiore, probabilmente Maastrichtiano (fig.13). Si tratta di una fessura riempita da breccia con all'interno frammenti di ossa e denti di circa 70 milioni di anni fa.

Tra i resti più significativi vi sono denti di dinosauro "a becco d'anatra" (= adrosauri), di dinosauri carnivori di piccole dimensioni e di forme diverse di coccodrillo. La loro scoperta si deve sempre all'occhio allenato di Giorgio Rimoli e Alceo Tarlaio.

Come si vede, il ritrovamento dei fossili più significativi non è quasi mai stato effettuato da professionisti pagati all'uopo con soldi pubblici. Fino a pochi anni fa gli accademici negavano si potessero trovare dinosauri in Italia. Ancora oggi ignorano le implicazioni delle recenti scoperte. Chissà cosa si potrebbe trovare se le istituzioni pubbliche e la massa della popolazione mostrassero un po' di interesse verso la storia geologica e biologica del nostro pianeta!

Grazie per l'attenzione.

Domanda

Qual è la causa per cui è difficile ritrovare resti fossili di cuccioli di dinosauri?

Risposta

Probabilmente perché le zone di nidificazione si trovano in ambienti dove il processo di fossilizzazione poteva verificarsi raramente. Comunque in zone dove abbiamo migliaia di orme fossili, come in certi siti della Corea, è possibile che nel campione siano presenti anche esemplari giovanili. Il problema in questo caso consiste nello stabilire se si tratta di impronte di dinosauri nani o di piccoli di dinosauro. Ad esempio la fauna Albiana e Cenomaniana dell'Istria sono di ridotte dimensioni probabilmente a causa del fenomeno dell'insularità.

Domanda

E' possibile scoprire a Pietraroja un altro cucciolo di dinosauro?

Risposta

E' possibile ma improbabile, a meno che non si "sfogli" tutta la montagna come si è fatto nel Liaoning in Cina. I giacimenti cinesi si conoscevano già negli anni venti, ma solo negli anni novanta, i contadini del luogo hanno capito che i fossili erano una fonte di guadagno ed hanno scavato in modo sistematico trovando i famosi dinosauri piumati.

Domanda

Con riferimento alla campagna di scavi condotta nel Villaggio del Pescatore che si è realizzata con un discreto sbancamento del versante chiedo come occorre procedere per un'accurata ricerca senza intaccare le risorse idriche che generalmente caratterizzano i depositi calcarei del cretaceo ?

Risposta

In linea di massima gli scavi paleontologici non hanno alcun influsso sulle risorse idriche. A Bolca, dove sto lavorando in questi giorni, stiamo “sfogliando” strato dopo strato calcari antichi di 50 milioni di anni, ovviamente dopo esserci accertati che non vi fossero conseguenze sotto il profilo idrogeologico, ma per quanto riguarda la stabilità del versante. E' ovvio che se ci sono cavità carsiche non si possono trovare fossili nel calcare e quindi non si effettuano scavi per la ricerca di dinosauri. Anche a Pietraraja non c'è possibilità di trovare fossili di vertebrati nei calcari troppo intaccati dal carsismo e gli scavi paleontologici, a meno di casi particolari da valutare volta per volta, non hanno un reale impatto per quanto riguarda le risorse idriche perché coinvolgono solo limitate porzioni dei corpi rocciosi.

Approfondimenti consigliati

- (1) www.valfiorentina.it/selva/cu/museo.htm - Museo Civico intitolato alla memoria di “Vittorio Cazzetta”
- (2) www.meteofa.org – Portale del Museo Civico di Faenza con sezione dedicata al ritrovamento di Porto Corsini.
- (3) www.museomonfalcone.it – Portale del Museo del Gruppo Speleologico di Monfalcone Adf. con un'ampia sezione dedicata al Museo Paleontologico.

Pubblicazioni scientifiche

DALLA VECCHIA F.M., TARLAO A. & TUNIS G., 1993 - *Theropod (Reptilia, Dinosauria) footprints in the Albian (Lower Cretaceous) of the Quieto/Mirna river mouth (NW Istria, Croatia) and dinosaur population of the Istrian region during the Cretaceous*. Mem. Sci. Geol. Padova, 45: 139-148, Padova.

DALLA VECCHIA F.M., TARLAO A., 1995 - *Dinosaur evidence in the Cretaceous of Istria (Croatia)*. Proceedings of the First Croatian Geological Congress, 1: 151-154, Zagabria.

DALLA VECCHIA F.M., TUNIS G., VENTURINI S. & TARLAO A., 2001 - *Dinosaur track sites in the upper Cenomanian (Late Cretaceous) of the Istrian peninsula (Croatia)*. Boll. Soc. Paleont. It., 40/1: 25-54, Modena.

DALLA VECCHIA F.M., 2001 - *Terrestrial ecosystems on the Mesozoic peri-adriatic carbonate platforms: the vertebrate evidence*. Proceedings VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Buenos Aires, September 26th-October 1st, 1999, Asociación Paleontológica Argentina, Publ. Esp., 7: 77-83, Buenos Aires.

DALLA VECCHIA F.M., SPARICA M., TARLAO A., TUNIS G. & VENTURINI S., 1996 - *Cretaceous emersions and dinosaur evidence in the periadriatic carbonate platforms (Italy and Croatia)*. 30th International Geological Congress, 4-14 agosto 1996, Abstracts Book, Pechino.

DALLA VECCHIA F.M., 1999 - *The Mesozoic Periadriatic Carbonate Platforms as terrestrial ecosystems: the vertebrate evidence*. VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Buenos Aires, September 26th-October 1st, Abstracts, pp. 20-21.

AVANZINI M., DALLA VECCHIA F.M., DE ZANCHE V., GIANNOLLA P., MIETTO P., PRETO N. e ROGHI G., 2000 - *Aspetti stratigrafici relativi alla presenza di tetrapodi nelle piattaforme carbonatiche mesozoiche del Sudalpino*. In CHERCHI A. & CORRADINI C. (a cura di-), *Crisi biologiche, radiazioni adattative e dinamica delle piattaforme carbonatiche* - Convegno di fine progetto nazionale di ricerca COFIN97, Modena, 13-14 giugno 2000, Acc. Naz. Sci. Lett. Arti di Modena, 21: 11-14.

DALLA VECCHIA F.M., 2000 - *Dinosauri nella Piattaforma Carbonatica Adriatico-Dinarica: implicazioni paleoambientali e paleogeografiche*. Riassunti delle comunicazioni orali e dei posters - 80° Riunione Estiva S.G.I., Trieste 6-8 settembre 2000, pp. 186-187.

MIETTO P. & DALLA VECCHIA F.M., 2000 - *L'icnosito del Monte Pelmetto (Triassico superiore, Cadore, Italia)*. Riassunti delle comunicazioni orali e dei posters - 80° Riunione Estiva S.G.I., Trieste 6-8 settembre 2000, pp. 329-330.

GIANNOLLA P., MORSILLI M.D., DALLA VECCHIA F.M., BOSELLINI A. & RUSSO A., 2000 - *Impronte di dinosauri in facies di piattaforma interna nel Cretaceo inferiore del Gargano (Puglia, Italia meridionale)*. Riassunti delle comunicazioni orali e dei posters - 80° Riunione Estiva S.G.I., Trieste 6-8 settembre 2000, pp. 265-266.

Pubblicazioni divulgative

DALLA VECCHIA F.M., 1994 - *I dinosauri dell' Istria*. In: LIGABUE G. (a cura di-), *Il tempo dei Dinosauri*, Quaderni de "Le Scienze", 76: 82-86, Milano.

VENTURINI S. & DALLA VECCHIA F.M., 1995 - *L'impronta di dinosauro di Porto Corsini: storia di una scoperta*. Natura Nascosta, 11: 22-28, Monfalcone.

BOSCAROLLI D. & DALLA VECCHIA F.M., 1999 - *The upper Hauterivian-lower Barremian dinosaur site of Bale/Valle (SW Istria, Croatia)*. Natura Nascosta, 18: 1-5, Monfalcone.

DALLA VECCHIA F.M., 2000 - *Le orme di rettili terrestri triassici nel Parco delle Dolomiti Friulane (Pordenone)*. Paleoitalia - Newsletter della Società Paleontologica Italiana, 1: 6-10, Modena.

DALLA VECCHIA F.M., 2003 - *I dinosauri nani dell'Arcipelago europeo*. Le Scienze, 423: 86-94, Roma.

Tutte le foto e disegni sono di *Fabio M. Dalla Vecchia* ©
Tutti i diritti riservati. È vietata la riproduzione non autorizzata.

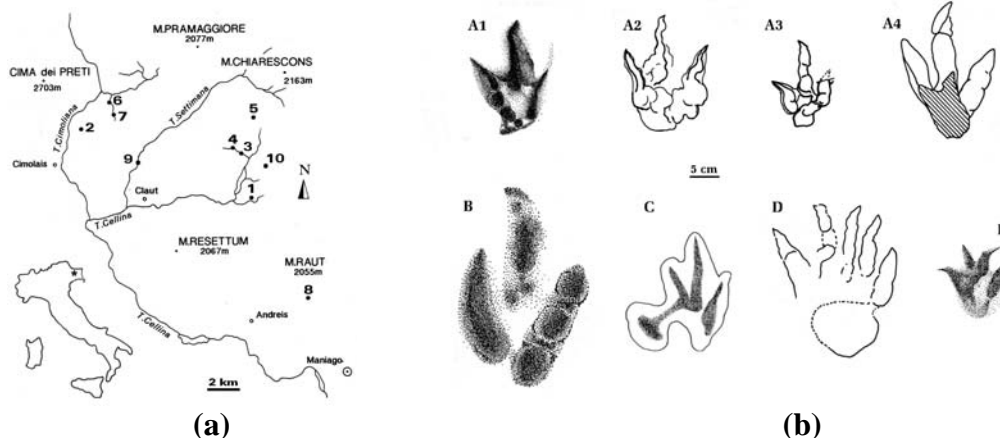


FIG.1 Parco delle Dolomiti Friulane (PN) - (a) Ubicazione dei dieci siti con orme Triassiche (b) Orme rinvenute all'interno del Parco. Da DALLA VECCHIA (2002).

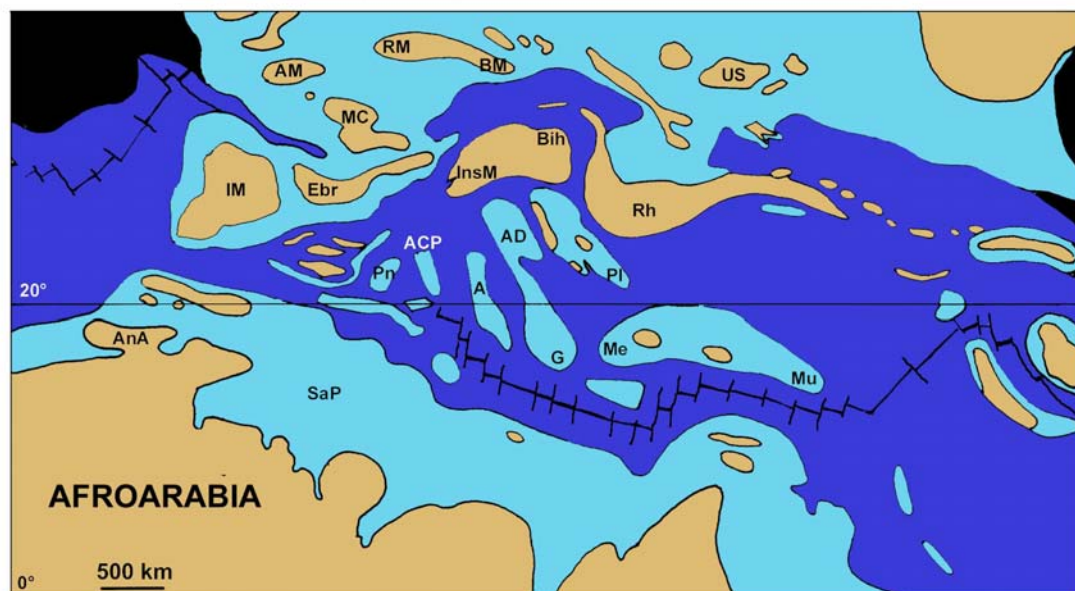


FIG.2 - Carta paleogeografica della Tetide centro-occidentale 95 milioni di anni fa, tratta da PHILIP *et al.* (2000) modificata e ridisegnata. **Legenda:** marrone = terra emersa e isole vulcaniche, azzurro = mari bassi, blu = mari profondi, oceano. **Abbreviazioni:** A = Piattaforma carbonatica Apula (Puglia), ACP = Piattaforma carbonatica Appenninica (Lazio-Abruzzi-Campania), AD = Piattaforma carbonatica Adriatico-Dinarica (Friuli-Istria-Dalmazia; Italia nordorientale e Croazia), AM = Massiccio Armoricano (Francia nordoccidentale), AnA = Anti Atlante (Marocco), Bih = Massiccio di Bihor (Romania), BM = Massiccio Boemo (Repubblica Ceca), Ebr = Massiccio dell'Ebro (Spagna), G = Gavrovo (Bulgaria), IM = Massiccio Iberico (Spagna), InsM = Massiccio Insubrico (Italia settentrionale), MC = Massiccio Centrale (Francia), Me = Menderes (Turchia), Mu = Muzurdan (Turchia), Pn = Massiccio Pelagoniano (Grecia settentrionale), Pn = Panormide (Sicilia), Rh = Rodope (Bulgaria), RM = Massiccio Renano (Germania occidentale, in parte Belgio, Lussemburgo e Francia settentrionale), SaP = Piattaforma Sahariana, US = Scudo Ucraino.



FIG. 3 - Il blocco con le orme del Cansiglio (PN) sul molo di Porto Corsini prima della rimozione (1994).

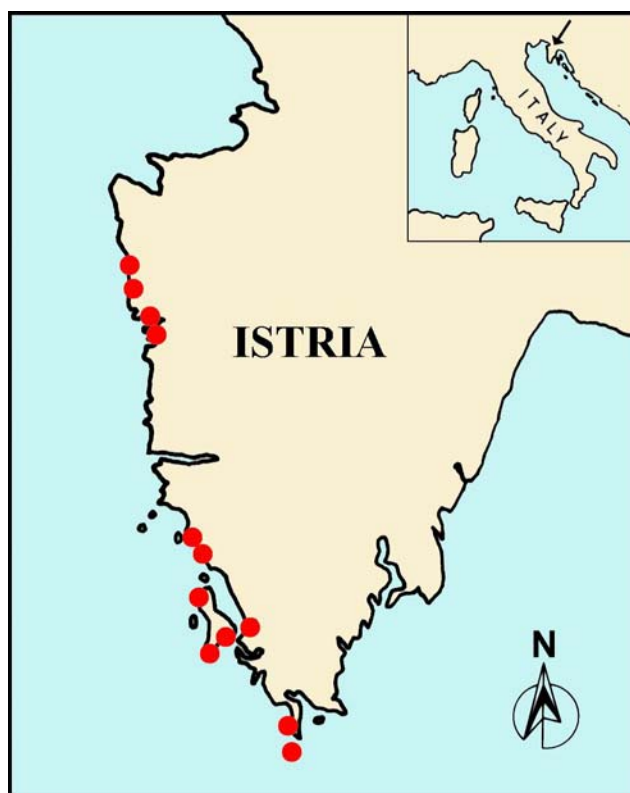


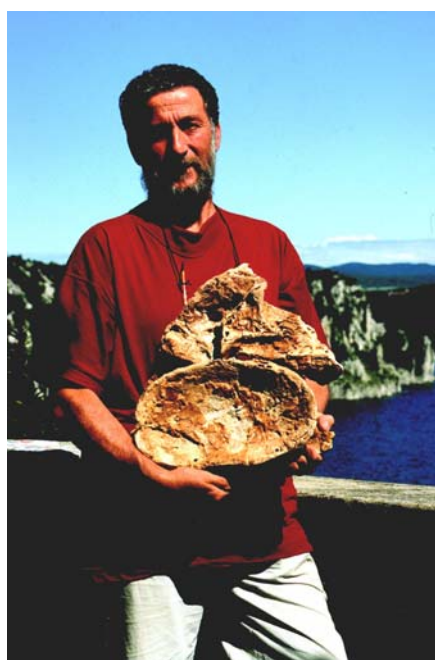
FIG. 4 - Ubicazione (pallini rossi) dei siti con testimonianze di dinosauro in Istria.



(a)



(b)



(c)



(d)

FIG. 5 - Resti di dinosauri sauropodi rinvenuti nel sito di Valle (Istria) - **(a)** Vertebra cervicale
(b) Vertebra caudale **(c)** Vertebra di un grande esemplare, retta dal suo rinventore, Dario Boscarolli
(d) Frammenti di coste cervicali.



(a)



(b)

FIG.6 – Impronte cretacee nel sito di Pogledalo nell'Isola Maggiore di Brioni – (a) Da sinistra a destra: Alceo Tarlao, Fabio Dalla Vecchia e Igor Vlahovic dopo il distacco del calco in gomma siliconica dell'orma di un grande teropode rilevato nell' Aprile 1996 - (b) il calco in gomma siliconica all'interno del quale si distingue bene la punta che rappresenta l'artiglio che era sul dito centrale molto allungato e stretto.



(a)



(b)

FIG.7 – Il sito Campeggio Solaris vicino Cervera - (a) La paleosuperficie ad orme di dinosauro - (b) Particolare dell'immagine precedente.



(a)



(b)

FIG.8 - L'autore mentre studia le orme di sauropodi - (a) impronta della zampa anteriore (*manus*) di un esemplare nano - (b) impronta della zampa posteriore (*pes*) di un grande esemplare.



FIG.9 - La mappatura delle orme mediante teli di polietilene trasparente.

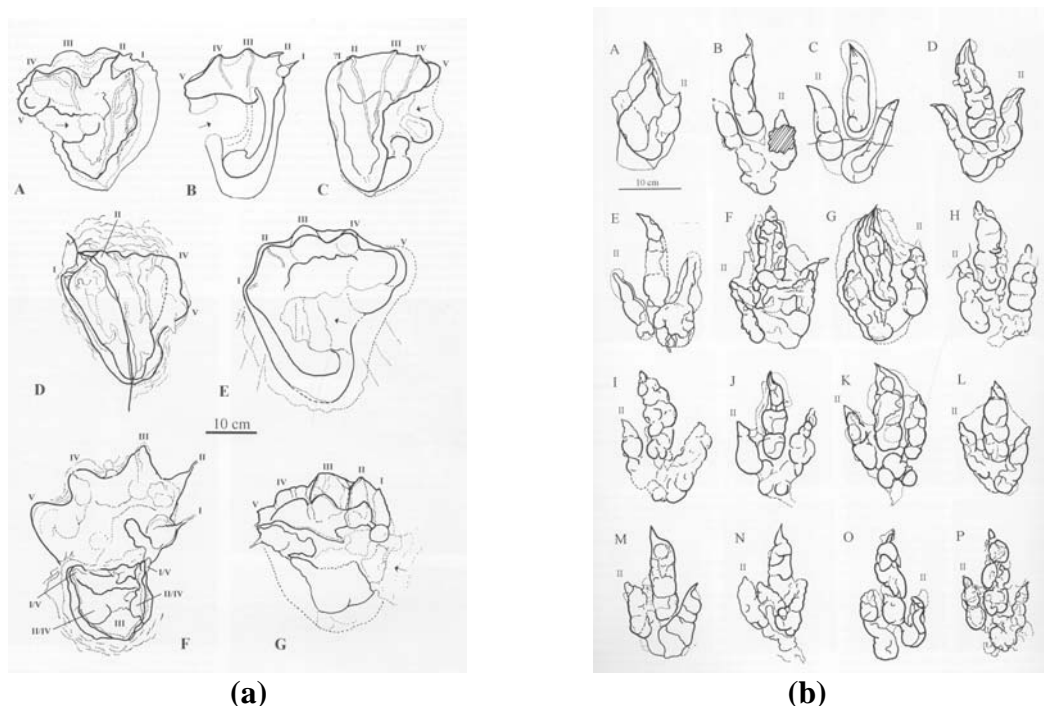


FIG.10 – Ricostruzione delle orme di dinosauro. (a) Zampa posteriore (*pes*) di sauropode rilevata nel sito Solaris – (b) Zampa posteriore (*pes*) di teropodi del sito Solaris e di altri siti istriani. Da DALLA VECCHIA & TARLAO (2000).

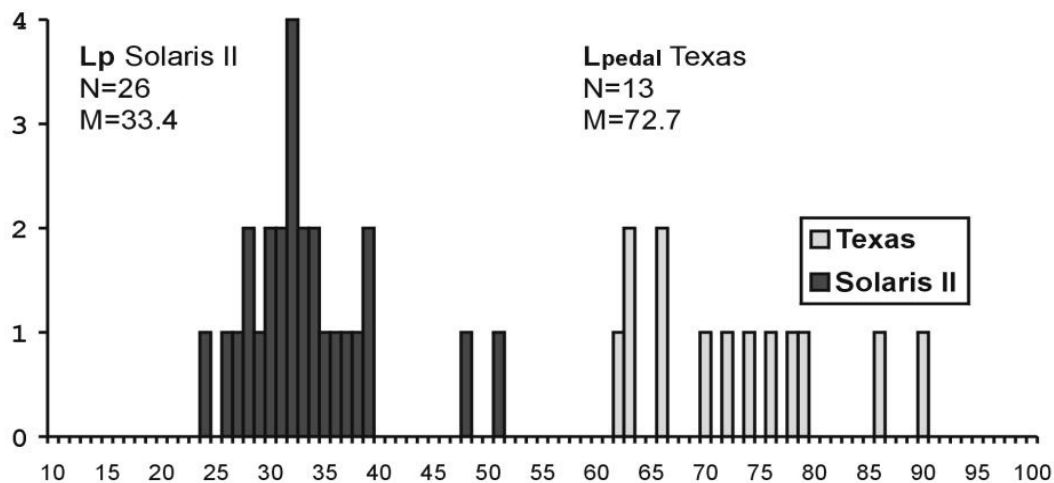


FIG.11- Istogramma con la lunghezza delle orme della zampa posteriore di sauropode del sito Solaris (Istria) e di sauropodi coevi del Texas. Notare come le dimensioni di quelle istriane sono la metà di quelle americane. Da DALLA VECCHIA & TARLAO (2000).



FIG.12 - Orme di dinosauri nani – (a) Impronta di sauropode nel sito cenomaniano di Carigador in Istria – (b) calco in gomma siliconica dell'orma di un teropode di dimensioni medio-piccole come sono quasi tutti quelli dei quali troviamo testimonianze nell'Albiano-Cenomaniano dell'Istria.

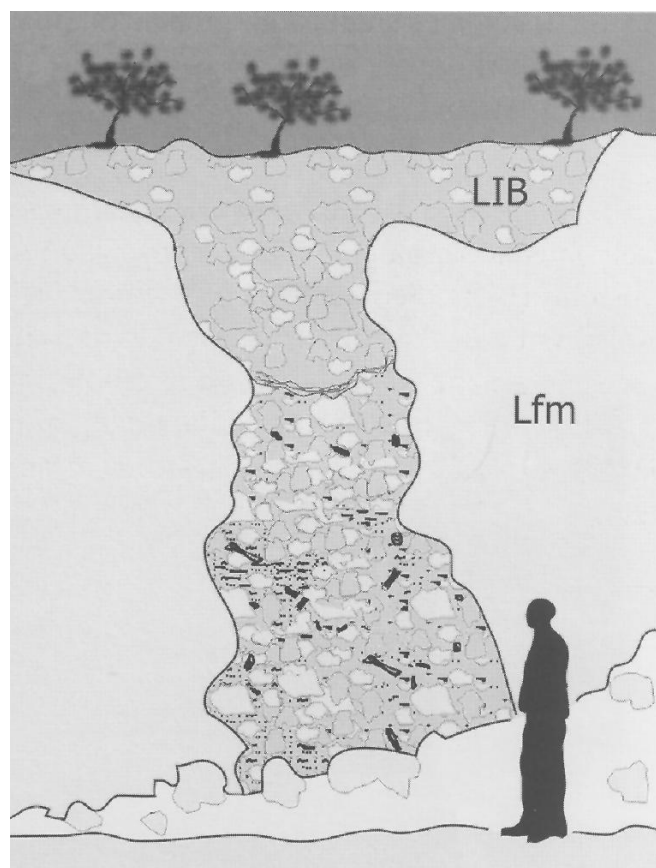


FIG.13 - La fessura paleocarsica di Kozina. Da DEBELJAK, KOSIR. & OTONICAR (1999).

Lungo gli itinerari dell'Europa Giurassica... e oltre

Prof. ssa Maria Felicia Crisci

Preside del Liceo Classico "P. Giannone" Benevento

Le rocce fossili sono un libro aperto attraverso cui conosciamo la storia della Terra. Perciò tenevamo a che il nostro liceo partecipasse a questi appuntamenti della "memoria".

È fondamentale conoscere il territorio, penetrando tra le ramificazioni e stratificazioni di questo straordinario archivio, per essere consapevoli di ciò che siamo, di che cosa ci stiamo "giocando", di che cosa rischiamo di perdere senza averlo mai conosciuto.

Allora usiamo un eufemismo: se vogliamo distruggerci almeno sappiamo che cosa abbiamo perduto, e se c'è qualcosa da salvare ancora, facciamolo!

Sono rimasta turbata da un recente articolo de *La Repubblica* che documentava il progressivo scioglimento della calotta glaciale artica e forniva proiezioni sulla scomparsa dei ghiacciai alpini nell'arco compreso fra i prossimi venti e cento anni.

Di fronte a questo futuro credo che l'uomo abbia il dovere morale e culturale di comprendere e approfondire il ruolo della nostra esistenza anche attraverso la lettura della paleontologia.

Non è solo una questione di memoria storica ma anche di avere coscienza dei nostri comportamenti, di comprendere che gli attacchi perpetrati contro la natura minano le nostre radici, minano l'essenza stessa della nostra storia.

Del resto il sito di Pietraroja, dove è stato rinvenuto il fossile del dinosauro "Ciro" è un esempio emblematico. Il casuale ritrovamento di *Ciro* ha consentito alla scienza paleontologica di indagare nel profondo il territorio illuminando pagine del libro della Terra che fino a pochi anni fa erano oscure.

Vorrei che si riflettesse sul significato del termine "memoria" prendendo a prestito l'espressione finale del saggio dedicato a questa voce dall'Enciclopedia Einaudi sintetizzando J. Le Goff: *"la memoria alla quale attinge la storia, che a sua volta la alimenta, mira a salvare il passato soltanto per servire al presente e al futuro"*

Se non abbiamo memoria e consapevolezza, rischiamo di essere asserviti a qualcosa che non conosciamo e che opera negativamente senza che venga esercitato alcun controllo.

Allora conoscere i fossili, indagare sulla natura recuperando il ricordo antico, senza imbalsamarci in esso, può aiutarci ad affrontare il futuro con maggiore libertà e spirito critico.

Ringrazio il professor Campanelli per averci coinvolti nell'iniziativa.

Solnhofen – un classico giacimento paleontologico

Günter Viohl

G.Viohl@t-online.de

Jura Museum, Eichstätt

Nell'intervento utilizzerò il Cd rom multimediale dal titolo “Solnhofen – una finestra nella storia della Terra” prodotto insieme allo Jura-Museum; purtroppo al momento disponibile solo in lingua tedesca.

La terminologia “calcare litografico di Solnhofen” in cui si rinvencono fossili, comprende un'area molto più vasta del territorio di Solnhofen, infatti questa tipologia di roccia viene estratta anche nei dintorni, ad Eichstätt; ma è solo vicino a Solnhofen che affiorano i tipici calcari lastriformi adatti alla litografia. È stata l'invenzione della litografia ad opera di Alois Senefelder nel 1798 che ha reso famoso il nome del piccolo villaggio di Solnhofen. La tecnica si diffuse in tutto il mondo e divenne importante per la stampa delle carte geografiche e delle riproduzioni di disegni artistici. Fu così che la grande richiesta di pietre litografiche portò impulso enorme all'industria estrattiva all'inizio del novecento e ciò contribuì alla scoperta di moltissimi fossili che destarono l'attenzione di paleontologi proprio in un periodo in cui la paleontologia iniziava ad essere considerata scienza. I reperti essendo tra i primi esemplari ad essere studiati e descritti conferirono al giacimento di Solnhofen la terminologia di “classico giacimento paleontologico”

La qualità di conservazione dei fossili è straordinaria a seguito di un'articolata conservazione in molti casi anche delle parti molli; fenomeno che in natura avviene molto raramente. Generalmente invece la documentazione paleontologica si presenta molto frammentaria poiché gli organismi o i loro cadaveri vengono mangiati da altri organismi oppure distrutti da una moltitudine di processi.

Per il giacimento a calcari litografici di Solnhofen, che fornisce una quantità eccezionale di informazioni paleontologiche, il paleontologo tedesco Adolf Seilacher coniò il termine “fossilagerstätte” o più precisamente “konservatlagerstätte”. Questi termini tedeschi sono entrati nella letteratura scientifica internazionale.

Fossilagerstätten e particolarmente konservatlagerstätten riflettono condizioni geoambientali speciali che hanno avuto una breve durata nel tempo geologico. Sono perciò come finestre che consentono uno sguardo nella storia della Terra. Il calcare litografico di Solnhofen documenta al massimo cinquecentomila anni o probabilmente meno.

Molti fossili presentano una conservazione eccezionale come l'esemplare *Aeger spinipes* (fig.1), un crostaceo dove si sono conservate tutte le appendici, l'*Archaeopteryx di Berlino* nel quale si osservano benissimo le impronte di penne.

Il calcare di Solnhofen è anche il giacimento più importante del mondo per i Pterosauri poiché ha fornito centinaia di esemplari. La nostra conoscenza di questi rettili volanti sarebbe povera senza questi reperti. Nel *Rhamphorhynchus muensteri* (1) ad esempio la straordinaria conservazione della membrana d'ala ci fa capire che non si tratta di una semplice impronta, ma di strutture interne della membrana preservate a tre dimensioni che risultano particolarmente chiare quando si osserva il reperto in controlastra

attraversata da filtri a luce violetta: è questa una tecnica sviluppata dal mio amico Helmut Tischlinger che consente di vedere i livelli sovrapposti dei tre strati dell'ala.

Nel primo livello si osserva lo strato ad actinofibrille caratterizzato probabilmente da ceratina che serviva all'appoggio della membrana; nel secondo livello uno strato a strutture reticolari probabilmente fasce di membrane fibrose destinate a rivestire muscoli o gruppi muscolari; nel terzo livello i vasi sanguigni.

I giacimenti di Solnhofen erano noti sin dal tempo dei romani che utilizzarono questo materiale per le loro opere; affiorano infatti pavimentazioni di bagni romani. Dal Medioevo in poi le cave vennero sfruttate per rivestimenti di pavimenti e per coperture di tetti. Nel Rinascimento gli artisti impiegarono le lastre generalmente per lapidi commemorative; in fine nel novecento vennero utilizzate per la stampa litografica che ebbe molto successo fino a quando non furono sostituite dalla moderna tecnica in off set. Osservate (fig.2) una serie di pietre litografiche impiegate per la riproduzione di carte geografiche. La pietra di Solnhofen ancora oggi, anche se in minima parte, viene utilizzata nel campo edilizio per pavimenti, coperture murali, mentre le lastre più spesse per scale e davanzali. La più grande cava è quella della Langenltheimer Haardt, dove furono scoperti i tre esemplari dell'*Archaeopteryx*.

Generalmente le lastre vengono estratte a mano per evitare la rottura. Vi mostro quindi un breve filmato che documenta il lavoro di un operaio che nel dialetto locale spiega il suo lavoro (1). Una traduzione non è necessaria in quanto l'immagine stessa ed i suoni rendono bene l'idea della natura di questi calcari.

I primi fossili del Calcare di Solnhofen vennero raffigurati dal farmacista Basilius Besler di Norimberga nel 1616 e dopo nel 1730 dal professore di medicina all'Università di Altdorf presso Norimberga, Johann Jakob Baier.

Va all'italiano Cosimo Alessandro Collini (fig.3), conservatore della collezione naturalistica del principe elettore Carlo Teodoro della Pfalz a Mannheim, il merito di aver descritto e raffigurato il primo pterosauro nel 1784 estratto dalla zona di Eichstätt e giunto in questa collezione. Collini non potendolo paragonare ad altro esemplare terrestre noto ritenne che fosse un animale marino.

Successivamente, l'anatomista francese Georges Cuvier fondatore della paleontologia dei vertebrati, vide il disegno di Collini e comprese si trattasse di un rettile volante avendo scoperto la presenza del quarto dito enormemente allungato che a suo parere doveva essere servito per l'appoggio di una membrana d'ala (fig.4). Questo fu il motivo per cui chiamò l'animale *ptérodactyle* cioè "dito volante". Nella sua opera "Recherches sur les ossements fossiles" Cuvier ridisegnò lo *Pterodactylus*. Successivamente furono rinvenuti altri pterodattili. Qui (fig.5) *Pterodactylus elegans*.

Nel novecento molti fossili di Solnhofen vennero descritti e disegnati sfruttando la litografia.

Illustrerò adesso le condizioni paleogeografiche sotto le quali si è formato il calcare di Solnhofen. Osservate l'immagine del nostro pianeta centocinquanta milioni di anni fa (fig.6), al tempo in cui si formò il calcare litografico di Solnhofen. Osservate la differente posizione delle placche continentali, la distribuzione del mare e delle terre emerse. Il grande continente meridionale Gondwana, che comprendeva l'America del Sud, l'Africa, l'Antartide, l'India e l'Australia aveva appena cominciato a dividersi tra l'Africa ed il Madagascar-Antartide. L'America del Sud e l'Africa erano ancora unite(3). L'America del Nord era ancora vicina all'Europa che era un grande arcipelago con alcune grandi isole separate da bracci di mare poco profondo. La zona del calcare litografico di Solnhofen era situata al margine meridionale della piattaforma

continentale europea tra l'Isola Renana al nordovest e l'Isola Boema all'est. Al sud, nella zona delle Alpi attuali, la piattaforma continentale scendeva verso il mare profondo denominato Tetide dal nome della dea greca del mare. L'Italia non esisteva ancora. La zona del calcare litografico si trovava molto più a meridione rispetto ad oggi e cioè tra 20 e 30 gradi di latitudine nord, posizione coincidente all'attuale Sahara settentrionale. Da ciò si potrebbe dedurre un clima caldo e arido anche se nel Giurassico il clima era generalmente più caldo in confronto ad oggi più precisamente di tipo monsonale semiarido con lunghi periodi di siccità e brevi periodi di pioggia nell'estate. Il deposito del calcare litografico di Solnhofen è nella parte settentrionale della piattaforma carbonatica della Baviera meridionale costruita da calcari massicci intercalati a bacini dove si depositavano calcari stratificati. Finora i calcari massicci venivano interpretati unitariamente come biocostruzioni di spugne e microbi, ma ricerche più recenti hanno dimostrato che questo è valido solo per la loro parte inferiore, mentre la parte superiore, generalmente a tipica forma di cupola, consisteva per il 70 per cento di sabbia calcarea. Ciò è stato dedotto dall'analisi di sottili sezioni al microscopio. In alcune diaclasi (fratture) delle biocostruzioni a spugne e microbi è possibile addirittura osservare le sezioni di spugne.

In questa immagine (fig.7) viene rappresentato l'ambiente in cui si è formato il calcare litografico ed è simile sotto certi aspetti all'alternanza di bacini e piattaforme carbonatiche da cui è nato l'Appennino centro meridionale.

Analizziamo adesso le sequenze stratigrafiche del calcare litografico di Solnhofen.

Si tratta di una sequenza ritmica di calcari lastriformi chiamati "Flinze" (al singolare Flinz) con intercalazioni marnose friabili chiamati "Fäulen" (al singolare Fäule) che vuol dire materiale inutile, oggi però anche le "Fäulen" sono utilizzate per la produzione di cemento. I "Flinze" sono formati da carbonato di calcio quasi puro (dal 97 al 99%), il resto sono minerali argillosi arricchiti sulle superficie degli strati. Anche le "Fäulen" hanno ancora un contenuto di carbonato di calcio fra l'80 e il 90%. Nell'area di Eichstätt la stratificazione varia da millimetrica a centimetrica, mentre nell'area di Solnhofen gli strati sono più spessi, da centimetri a decimetri. Alcuni "Flinze" possono raggiungere lo spessore di 30 cm.

Il calcare litografico è micritico, cioè solo al microscopio elettronico si può discernere la granulazione.

L'ambiente di formazione del calcare litografico di Solnhofen era ostile alla vita come si desume dalle caratteristiche sedimentologiche e dalle tracce fossili. Esaminiamo nel dettaglio i tre aspetti:

a) Correlazioni litostratigrafiche presenti su una vasta area

Nella zona di Eichstätt sequenze caratteristiche di "Flinze" vengono chiamate "Lagen"; quando sono correlabili stratigraficamente su distanze di parecchi chilometri ciò viene denominato dai cavatori con particolari nomi. Talvolta risultano correlabili anche singoli "Flinze" o addirittura le piccole laminazioni interne, come si evince da questi due campioni provenienti da cave distanti tra loro 4/3 chilometri (sequenza "Dreipflasterstein"). Altra eccellente correlazione è quella del "Oberer Hartkleeber" (fig.8) seguibile su un lungo tratto nella quale si evidenzia una laminazione interna a granulometria molto sottile che indica che l'ambiente marino, senza significative correnti marine e quindi ostile alla vita, dominava su una vasta area. Solo a Wintershof-Ost, dove la potenza totale degli strati di "Flinzen" aumenta, la correlazione è meno buona, cioè si presenta disturbata da fattori locali, probabilmente torbidi (frane sottomarine) che si innescavano lungo i fianchi erti del bacino di Solnhofen.

b) Impronte di caduta sul fondale marino (1)

Un crostaceo cadde sul fondo lasciando traccia dell'addome, del rostro e degli occhi sporgenti. Se ci fosse stata una corrente, il cadavere sarebbe stato trascinato sul fondale producendo impronte di trascinamento e ciò non accadde. Un calamaro lascia impronte dei tentacoli, mentre altri fossili completamente articolati testimoniano un ambiente stagnante. Il pesce, *Aspidorhynchus acutirostris*, rimase sul fondale senza venir coperto da fango calcareo per lungo tempo, durante il quale subiva la putrefazione. Se ci fosse stata una corrente, avrebbe trasportato via le ossa.

Tutti i fossili di Solnhofen sono completamente conservati, ciò indica che gli animali dopo la morte dovevano essere stati ricoperti immediatamente da fango calcareo, altrimenti si sarebbero decomposti. La testimonianza più impressionante di questa rapida sedimentazione è documentata dalla corazza di squame proveniente dal pesce ganoide *Aspidorhynchus*. I pesci ganoidi avevano una corazza di scaglie spesse coperte da una sostanza simile allo smalto dei denti, detta ganoina. Dopo la morte dell'*Aspidorhynchus* il cadavere galleggiò per un certo tempo e cominciò a decomporsi. Durante la putrefazione la corazza di squame ganoidi si staccò dal resto del corpo e cadde sul fondo. Là venne riempita di fango calcareo. La sezione lascia individuare 5 straterelli che si staccano fendendo e mostrano ancora una laminazione interna. Anche se una corazza di squame ganoidi era una struttura relativamente stabile, non è verosimile che sia potuta sopravvivere - anche in un ambiente privo d'ossigeno - più di un anno, al massimo due anni, senza disarticolarsi. Abbiamo visto nell'esempio dell'*Aspidorhynchus* disarticolato che anche le corazze di squame ganoidi si disgregarono. Ciò vuol dire che la sedimentazione è stata molto rapida. Ogni straterello rappresenta molto meno di un anno, probabilmente solo un evento di tempesta che ha portato il fango calcareo.

Altro fattore responsabile di una eccezionale conservazione di impronte ed orme sono i veli microbici, simile ai cianobatteri attuali, che si formavano sulla superficie degli strati. Essi procuravano il consolidamento precoce della superficie del fango calcareo.

Ciò è ben documentato dal ritrovamento in particolare di un pesce che rimase sul fondale per un certo tempo, durante il quale mentre la parte anteriore del corpo si putrefaceva la parte posteriore ancora collegata con la testa per un brandello di pelle veniva mossa in cerchio da deboli correnti in diverse direzioni. Forse queste correnti venivano provocate dal gas che si sprigionava durante la putrefazione. La pinna caudale produceva impronte concentriche e distruggeva il velo microbico che, essendo gettato all'esterno, formava una elevazione circolare.

c) Morte improvvisa

Molti fenomeni testimoniano morie di massa di organismi uccisi da uno stesso evento, come documentato da ammassi di pesci *Leptolepides sprattiformis* (fig.9a) ed in particolare ammassi di crinoidi natanti senza stelo *Saccocoma tenella* (fig.9b) che ricoprono a migliaia intere lastre usate per pavimentazioni. La maggior parte di questi esemplari si presenta con braccia avvolte e ciò probabilmente documenta una disidratazione postmortale in acque ipersaline a seguito di evaporazione.

Qui il crostaceo *Mecochirus longimanatus* (1) osservabile alla fine della sua orma venne trasportato non lontano dal suo habitat sino luogo di morte, come si evince dalla sua impronta di atterraggio. Dopo l'arrivo sul fondale ostile l'animale fece ancora alcuni passi e poi morì. Orme sono note soltanto di questa specie e dei limuli. Qui vedete un bell'esemplare di *Mesolimulus walchi*, che sembra aver perduto l'orientamento (fig.9c). Queste due specie dovevano essere state abbastanza robuste, tanto da sopravvivere

almeno per poco alle condizioni ostili. Tutti gli altri animali morirono prima di raggiungere il luogo del loro seppellimento.

Altri esempi per una morte improvvisa sono pesci predatori con la preda non ancora digerita nello stomaco, come è accaduto per il *Caturus* con dentro un *Leptolepides sprattiformis* (1), o anche per il *Caturus furcatus* con la preda mezza divorata, un *Tharsis dubius* (fig.10d). Il predatore venne sorpreso dalla morte durante il pasto. Non si tratta di un fenomeno singolare. Ne conosco almeno cinque ulteriori esempi. Perciò non credo che il pesce predatore si sia soffocato per aver divorato una preda troppo grande. È inverosimile che un pesce non possa stimare la taglia della sua preda. Ma che cosa è successo? Dopo aver divorato la sua preda il *Caturus* era probabilmente impedito nella sua manovrabilità e sprofondò nella zona inferiore ostile dove morì immediatamente.

Come sono giunti gli animali volanti in un sedimento marino?

Una libellula morta per esempio non affonda, ma una libellula viva può annegare se durante una tempesta viene bagnata dalla pioggia e spinta sulla superficie dell'acqua che entra nelle sue trachee riempiendole d'acqua. Negli insetti ci sono molti tubicini comunicanti con l'esterno che si ramificano all'interno del corpo assicurando il trasporto dell'aria per la respirazione.

Anche i pterosauri, come questo piccolo *Pterodactylus micronyx* (1) doveva essere annegato perché le sue ossa erano cave ed il cadavere avrebbe normalmente galleggiato sulla superficie dell'acqua, forse per qualche settimana, fino alla disgregazione completa. In questo caso si dovrebbero rinvenire ossa isolate, cosa che invece non accade; allora vuol dire che tutti gli esemplari ritrovati completi devono essere annegati a seguito del riempimento dei polmoni d'acqua e quindi l'aumento del peso specifico del loro corpo.

Dalle osservazioni fatte siamo adesso in grado di trarre le conclusioni e ricostruire l'antico ambiente. Il calcare litografico si depositò in bacini fra rilievi costituiti da calcari massicci, come già accennato nella figura sette.

Una forte evaporazione, dovuta al clima caldo e semiarido, e la restrizione dello scambio d'acqua tra i bacini e il mare aperto, dovuta ai rilievi, condussero ad un incremento della concentrazione di sale sviluppando una differente stratificazione della salinità e della densità. Le acque di fondo pertanto erano ipersaline, stagnanti e prive di ossigeno, perché non esisteva uno scambio d'acqua verticale, a differenza del corpo d'acqua superficiale che era meno salino, ben ossigenato e permetteva la vita di organismi nectonici (capaci di nuotare attivamente nelle acque) e planctonici (fluttuanti nelle acque). Anche organismi bentonici (che vivono a diretto contatto con il fondo) potevano colonizzare le sommità dei rilievi che raggiungevano le acque superficiali.

La principale responsabile della morte degli animali e dell'apporto del sedimento erano le tempeste. Ve ne erano di due tipi: quelle monsoniche periodiche e cicloni tropicali (uragani). Le tempeste portarono ad un parziale rimescolamento delle acque di superficie e di fondo lungo il loro limite (la halocline) e quindi a rapide fluttuazioni della salinità e soprattutto del contenuto in ossigeno. Ciò provocava la morte di molti pesci ed altri organismi marini, che a causa delle tempeste avevano la tendenza di nuotare in acque più profonde. Molti organismi bentonici venivano trascinati via dalle aree sulle sommità dei rilievi dove vivevano e trasportate nei bacini confinanti dove morivano. Anche organismi terrestri venivano spazzati via o trascinati nei bacini durante le tempeste, e animali volatori annegavano, come abbiamo visto.

Le tempeste portavano nei bacini anche il fango calcareo sospeso che avevano rimosso dai bassi fondali della piattaforma della Baviera meridionale. I detriti più grossolani, provenienti anzitutto da piccole scogliere coralline, subivano un trasporto limitato. Solo la frazione più fine raggiungeva l'area di Eichstätt e di Solnhofen. Dopo che le acque agitate di superficie s'erano sufficientemente calmate, le particelle di calcare precipitavano rapidamente, formando uno strato di fanghiglia calcarea e coprendo le carcasse affondate. Queste erano così protette dalla disarticolazione e potevano conservarsi come fossili.

Gli organismi fossili rinvenuti nel calcare litografico di Solnhofen non hanno vissuto nel luogo del loro seppellimento, ma vennero trasportati da vari ambienti. Dunque questo giacimento non è niente altro che un grande cimitero. Però i fossili ci possono ancora raccontare dove hanno vissuto e consentono di ricostruire gli ambienti che dovevano essere esistiti nella vicinanza. In questa immagine (fig.10) che ritrae l'ambiente descritto, il numero 1 marca le terre emerse, il numero 2 le acque di superficie, il numero 3 fondali fangosi, il numero 4 fondali rocciosi di piccola profondità, il numero 5 fondali rocciosi un po' più profondi, ma sempre nella zona di superficie e il numero 6 piccole scogliere coralline.

Esaminiamo brevemente questi ambienti in relazione alla loro flora e fauna fossilizzata. (1)

Ambiente 2.

Sul pelo d'acqua vivevano organismi nectonici e planctonici generalmente unicellulari come le coccoliti osservabili al microscopio elettronico che costituiscono ancora oggi gran parte del plancton marino e sono collocate alla base della catena alimentare, venivano infatti mangiati assieme ad altri tipi di plancton, dal crinoide natante *Saccocoma tenella* precedentemente visto. Naturalmente vivevano anche molti pesci nelle acque aperte di superficie, come questo *Hypsocormus insignis* (1), con un gran calamaro mangiato *Leptoteuthis gigas*.

Ambiente 3.

La grande abbondanza di fossili proveniente dai fondali fangosi della zona di superficie fanno supporre una grande estensione di questo ambiente. In particolare alcuni reperti forniscono indicazioni sulle tecniche di difesa adottate da alcuni pesci come il crostaceo *Mecochirus longimanatus*, nel quale è possibile osservare che il primo paio delle gambe era enormemente allungato, la corazza era relativamente sottile, e quindi di solito non è bene conservata. Ciò fa capire che l'animale si è normalmente nascosto nel sedimento per proteggersi contro nemici.

Altri fossili indicano il tipo di deambulazione di alcuni organismi che vivevano sul fondale marino fangoso come l'*Eryon arctiformis* (1) ed il *Cycleryon propinquus* (1) che strisciavano sul fondo, mentre la *Magila* (1) e la *Glyphea* (1) erano tipici organismi scavatori che vivevano all'interno del sedimento. Molti ammoniti vivevano sul fondo, come la *Subplanites rueppellianus* considerato un fossile guida per gli strati di Solnhofen; il lamellibranchio *Gervillia silicea*, il piccolo gasteropode *Spinigera spinosa* caratterizzato da lunghe spine che hanno prevenuto lo sprofondare nel fango soffice; la stella di mare che si nutriva di lamellibranchi; esemplari di ofiuroidi *Geocoma carinata*. Per questo ultimo l'individuo più grande mostra il lato orale verso l'alto, il piccolo il lato aborale a dimostrazione che ambedue non vivevano dove sono stati rinvenuti, ma vennero trasportati.

Ambienti 4 e 5.

Altri animali preferivano fondali rocciosi, come dimostrano le spugne spesso attaccate a ciottoli; prima vennero interpretate come fuchi, indizio della presenza di zone marose di

acque basse. Su fondali rocciosi in acque più profonde c'erano invece spugne con uno scheletro di spicule silicee, in alcuni esemplari si possono ancora vedere tracce dello scheletro reticolare. Là crescevano gorgonie che talvolta si osservano con l'asse centrale e i rami. Si tratta però solo delle impronte a causa del loro scheletro corneo di ceratine che non poteva conservarsi come fossile.

Animali tipici di fondali rocciosi sono anche gli echinoidi (ricci di mare) regolari come questo *Rhabdocidaris* (1) con spine spesse; c'erano anche brachiopodi di genere *Loboidothyris*.

Ambiente 6.

Nella vicinanza dei bacini del calcare litografico esistevano anche scogliere coralline di piccole dimensioni, particolarmente a sud e ad est della zona di Eichstätt e Solnhofen. In questo esempio vicino la città di Neuburg sul Danubio si vede la parte centrale della scogliera dove si trovano alcuni coralli in situ, ma la maggior parte del calcare compatto consiste di detriti. Al nucleo si accostano banchi a detriti inclinati in un angolo da 30 a 40 gradi e spesso si osservano belle formazioni coralline coeve al calcare litografico.

Ci sono molti pesci conservati nel calcare litografico la cui forma si rassomiglia a quella di pesci che oggi vivono alle scogliere coralline, in fig.11. Il suo corpo alto e lateralmente compresso gli permetteva di manovrare abilmente in un ambiente complesso, come quello delle scogliere coralline oppure gli altri ambienti rocciosi menzionati prima. Confrontatelo con questo pesce corallino attuale, il *Pomacanthus annularis* (pesce imperatore) e l'esemplare *Eomesodon gibbosus* che appartiene ai picnodonti, sono un tipico esempio di convergenza. Un carattere comune di questo gruppo è la dentature durofaga. I denti semisferici o a forma di fagiolo erano bene adatti a schiacciare animali a guscio duro che colonizzarono la scogliera.

Altro esempio di picnodonte è il *Mesturus verrucosus* la cui forma rassomiglia ad un balastide attuale. Probabilmente anche i celacantidi hanno vissuto in un ambiente complesso roccioso. Erano nuotatori lenti, ma erano in grado di effettuare movimenti precisi con le loro pinne peduncolate. In *Coccoderma suevicum* le grandi pinne pelviche sono avanzate e si trovano direttamente sotto le pinne pettorali. Una tale disposizione di pinne si trova nei Perciformes moderni e rende possibili movimenti di nuoto in tutte le direzioni, avanti, indietro, in su e in giù.

Ambiente 1.

Ci sono anche molti organismi che provengono dalle terre emerse. La vegetazione prevalente consisteva di conifere di piccola taglia. Di sicuro c'erano anche singoli Bennettitei(?) o cicadini, ma in genere la vegetazione era scarsa a causa del clima semiarido. Osserviamo la fronda di un conifero. Tutti i resti di piante venivano spazzati via dalle tempeste e portati nei bacini del calcare litografico, ma normalmente non sono bene conservati. Anche gli insetti venivano in gran numero spinti in mare dalle tempeste come questa libellula (fig. 12), un coleottero (1), una cavalletta (2), una blatta che venivano probabilmente mangiati da piccoli rettili, come l' *Homoeosaurus maximiliani* (1) (imparentato con l'attuale *Sphenodon punctatus* che oggi vive in Nuova Zelanda) che a sua volta veniva mangiato dal piccolo cocodrillo *Alligatorellus beaumonti bavaricus* (fig.13), che avendo lunghe gambe poteva rincorrere velocemente la preda.

Questo è l'unico dinosauro che ha fornito il calcare litografico di Solnhofen, *Compsognathus longipes* (fig.14). Nello stomaco – qui appena visibile – si intravedono ancora i resti di una lucertola divorata. Le strutture rotonde fuori e nell'interno del corpo sono enigmatiche. Forse si tratta di uova che si sono staccate dagli ovari durante la putrefazione. Il *Compsognathus* venne probabilmente trascinato via da un torrente

episodico e trasportato in mare dove annegò. Naturalmente anche l'*Archaeopteryx* era un abitante delle isole.

Con questa immagine dell'esemplare di Eichstätt vorrei concludere la mia conferenza. Spero di avervi dato un'idea del giacimento di Solnhofen. Sarebbe forse interessante fare un confronto con Pietraroja e spero che per il futuro sia possibile.

Grazie della vostra attenzione.

Domanda degli allievi

Quale effetto ha avuto la conquista degli ambienti aerei sull'evoluzione della vita?

Talvolta può risultare difficile ricordare le caratteristiche dei numerosi animali che popolarono l'Era Mesozoica. Quale metodo suggerite per ricordarli?

Risposta del professor Campanelli

Riguardo la prima domanda avete avuto modo di osservare fossili di pterosauri, libellule e di *Archaeopteryx* in una roccia che si è formata nel Giurassico. Il ruolo di alcuni animali volatili è stato determinante. Pensate agli insetti ed agli uccelli che, veicolando il polline, hanno contribuito successivamente, nel Cretacico, all'affermazione delle angiosperme, cioè delle piante con fiori.

Riguardo la seconda domanda ci sono vari approcci e strategie di memorizzazione. Uno tra i più diffusi è quello etimologico, consistente nel risalire al significato delle radici che compongono il nome attribuito al reperto che generalmente viene dato in riferimento al luogo in cui è stato ritrovato e/o al nome di chi lo ha scoperto, o anche al suo aspetto o ad una particolare caratteristica riscontrata. Ad esempio *Albertosaurus* significa "lucertola di Alberta", dalla provincia canadese in cui furono rinvenute le ossa; *Maiasaura*, che significa "lucertola buona madre", perché si suppone fosse premurosa con i piccoli; *Deinonychus*, "artiglio terribile", dal pericoloso artiglio a uncino posto sul secondo dito delle zampe posteriori etc.

Approfondimenti consigliati

(1) "*Die Solnhofener Plattenkalke ein Fenster in die Erdgeschichte*" (I Plattenkalke di Solnhofen : una finestra nella storia della Terra). © 2003 H. Haas - Jura Museum Eichstätt - Cd Rom interattivo multimediale (costo 25 €) nel quale sono visibili i reperti menzionati oltre ad innumerevoli altri fossili e filmati. Al momento è disponibile solo in lingua tedesca e prenotabile al seguente indirizzo e mail haas@jura-museum.de (Sig. Hans-Dieter Haas responsabile ufficio vendite dello Jura Museum di Eichstätt).

(2) "*Il calcare litografico di Solnhofen (Germania)*" Günter Viohl (2002) Tratto dall'opera *Storia Naturale d'Europa* a cura di Lorenzo Pinna, distribuito dalla Jaca Book ©

(3) <http://wrgis.wr.usgs.gov/docs/parks/pltec/pangea.html> - Portale dell'USGS Scienze per il cambiamento del mondo – animazione ed informazioni sulla deriva dei continenti.



FIG.1 *Aeger spinipes* crostaceo fossilizzato modo eccezionale



FIG. 2 Serie di pietre litografiche utilizzate per la stampa di carte - (Jura Museum, Eichstätt)



FIG.3 Cosimo Alessandro Collini naturalista italiano, il primo che descrisse *Pterodactylus*

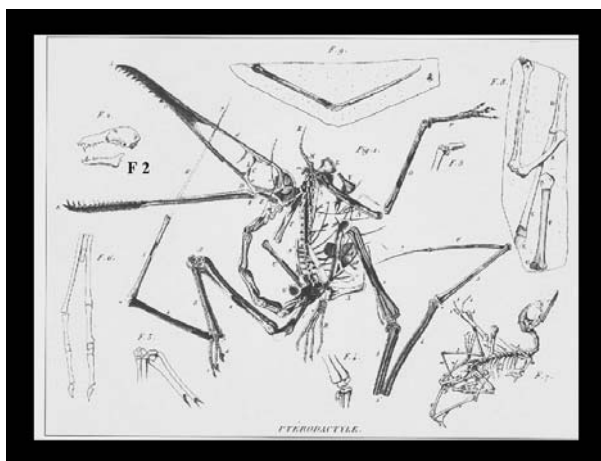


FIG.4 Ricostruzione anatomica di *Pterodactylus*



FIG.5 *Pterosauro elegans*
(Jura Museum, Eichstätt)



FIG.6 La Terra 150 milioni di anni fa

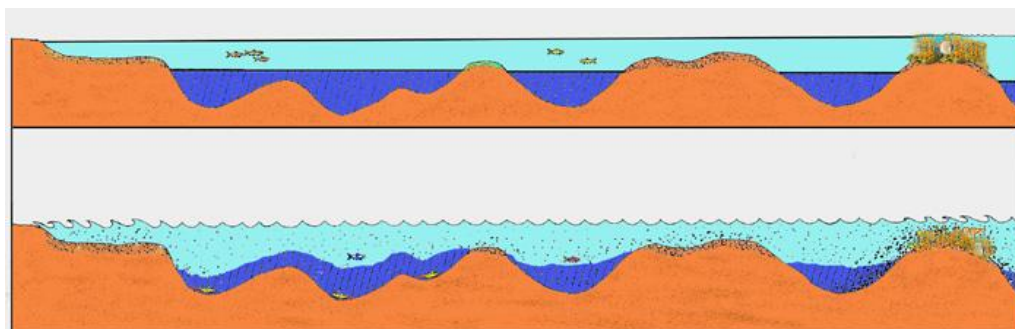


FIG.7 Ambiente di formazione del calcare di Solnhofen

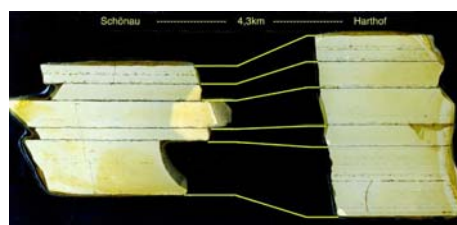
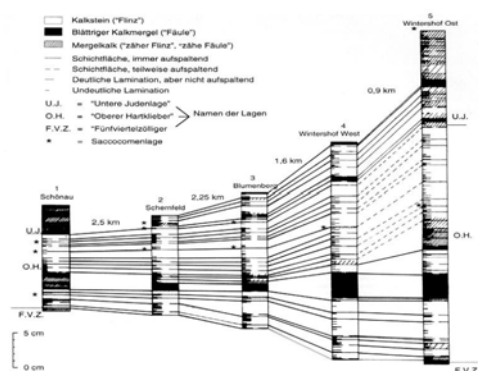


FIG. 8 Correlazioni litostratigrafiche tra i livelli sottili "Flinze"



(a)



(b)



(c)



(d)

FIG.9 Esempi di morte improvvisa a seguito di organismi giunti in ambiente a loro ostile
(a) Moria di massa di *leptolites* – (b) crinoide natante - (c) Il limulo *Mesolimulus walchi* che ha perso l'orientamento - (d) Il pesce *Caturus furcatus* che divora un *Tharsis dubius* - (Jura Museum, Eichstätt).

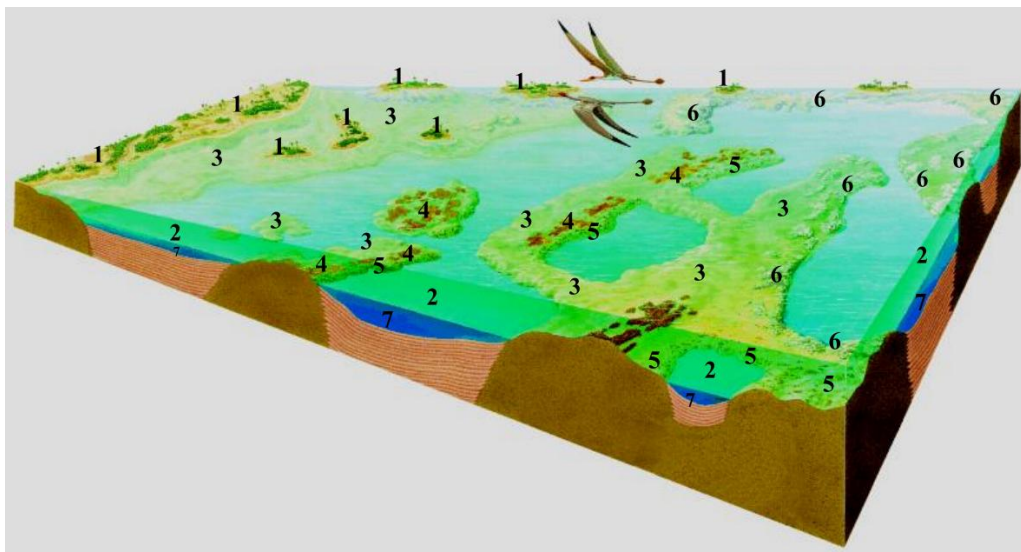


FIG.10 Paleogeografia dell'ambiente di Solnhofen – (1) Terra emersa con *Archaeopteryx* – (2) Acque di superficie ben areate e meno salate, con peschi e altri organismi nectonici e planctonici – (3) Fondale soffice con acque areate di piccola profondità – (4) Fondale roccioso di piccola profondità, con fuchi – (5) Fondale roccioso più profondo ma ancora nella zona di superficie, con spugne isolate, gorgonie, brachiopodi, ricci di mare ed altri organismi – (6) Piccole scogliere coralline isolate – (7) Zona di fondo ostile, con acque ipersaline e stagnanti. Disegno di W. Weigel.



FIG.11 *Pomacanthus annularis* – Fossile vivente di ambiente corallino (Jura Museum, Eichstätt).



FIG.12 *Libellula Aschnogomphus intermedius*



FIG.13 *Alligatorellus Bavaricus* - (Jura Museum, Eichstätt)



FIG.14 Dinosaurio *Compsognathus longipes* con i resti di una lucertola divorata (Collezione Paleontologica dello Stato Bavarese Monaco).

“Nonsoloeuropa” Giacimenti libanesi del Cretaceo superiore

Fabio M. Dalla Vecchia

fabdalla@tin.it

Museo Paleontologico di Monfalcone, Gorizia

Il Libano è un paese piuttosto piccolo: infatti la sua superficie corrisponde all'incirca a quella dell'Abruzzo. Si colloca all'estremità orientale del Mare Mediterraneo e confina con la Siria ad est e a nord e con Israele a sud. Il suo territorio è prevalentemente montuoso e la popolazione è concentrata lungo la costa dove si trovano le principali città. Alcune decine di chilometri a nord della capitale Beirut, distrutta dalla guerra civile del 1975-1989, ci sono dei famosissimi giacimenti fossiliferi (fig.1) dove si trovano resti di organismi che generalmente sono distrutti dalla putrefazione e dagli organismi necrofagi o predatori, e che quindi sono rari allo stato fossile. Si tratta dei primi giacimenti ad essere menzionati in letteratura per il loro contenuto fossilifero. Infatti, il rinvenimento di pesci fossili da parte del re di Francia Luigi IX durante la VII crociata (1248-1254) è descritto dettagliatamente nelle memorie di Sir de Joinville.

Tra la costa del Mediterraneo e la catena montuosa ad essa parallela c'è una stretta fascia piana ricoperta da fabbricati civili fino alle pareti della montagna. Subito all'interno vi sono i famosi giacimenti fossiliferi. In Libano affiorano rocce dei periodi Giurassico e Cretaceo dell'Era Mesozoica e del Terziario. Le rocce del Cretaceo inferiore, soprattutto arenarie, contengono anche ambra, la resina fossile di antichi alberi usata in gioielleria, che talvolta include insetti ed altri piccoli animali. Le rocce del Cretaceo superiore sono costituite per lo più da calcari di origine marina.

Sono stato in Libano nel 1998 per datare, nel modo il più preciso possibile, il giacimento di **en Nammoûra** situato lungo la valle del rio Garbour, dove era stato scoperto il fossile di un uccello del Cretaceo. Gli uccelli mesozoici sono estremamente rari e quello scoperto ad en Nammoûra era il primo resto scheletrico rinvenuto nel continente Afroarabico.

La geografia del mondo di 95 milioni di anni fa era diversa da quella attuale. Africa e America meridionale non si erano ancora del tutto staccate tra loro e la parte meridionale dell'Oceano Atlantico non esisteva ancora. C'era un grande continente Afroarabico che comprendeva, oltre all'Africa, la Penisola Arabica, la parte meridionale di quello che diventerà l'Iran e altre porzioni del Medio-oriente. Quando l'Oceano Atlantico meridionale si è aperto, ha fatto ruotare in senso antiorario l'Afroarabia e la parte settentrionale di questo continente si è scontrata con la parte meridionale del continente Euroasiatico – fondendosi, prendendo in mezzo numerose microzolle e quindi creando tutte le catene montuose della Turchia, dell'Iran, il Caucaso, le Alpi, i Carpazi ecc. Il Mar Rosso si è aperto successivamente, separando la Penisola Arabica dall'Africa.

La situazione geografica di dettaglio dell'area tra Afroarabia ed Eurasia era piuttosto complessa durante il Cretaceo ed è qui illustrata nella figura 2. Quello che oggi è il Libano si trovava lungo il margine sommerso del continente Afroarabico, proprio al limite tra la zona marina di bassa profondità e l'oceano.

Vediamo ora i vari giacimenti.

Quello più recente, **Sahel Aalma**, risale a 85 milioni di anni fa e si trova lungo i fianchi della catena montuosa che si affaccia sul Mediterraneo. Fu studiato dai francesi nell'800

e negli anni '60, ma attualmente non è più “sfruttato” e si trova all'interno del giardino di un ex convento da poco tempo ristrutturato in villa. Il giacimento fossilifero è costituito da calcari biancastri e farinosi che oggi sono coperti da suolo. Quindi i fossili non possono più essere recuperati.

Altro giacimento, che risale a 95 milioni di anni fa, è quello di **Hjoula** che si trova nella catena costiera, ma più all'interno rispetto a Sahel Aalma, in una conca popolata da mussulmani sciiti. Qui ci sono piccole cave dove tutta la popolazione locale, dal contadino al sindaco, estrae reperti per venderli a turisti e commercianti di fossili. L'attività è così sviluppata da diventare la principale risorsa economica del paese. Nelle cave, per lo più buche scavate nel fianco della collina, si estraggono lastre di calcare giallo ricche di fossili, soprattutto pesci e gamberi. Anch'io rinvenni nel 1998 numerosi gamberi che i cavatori non avevano raccolto poiché non c'era mercato per essi date le ridotte dimensioni.

Secondo uno studioso di questo giacimento, il geologo tedesco HÜCKEL (1970), i fossili sono conservati all'interno di blocchi rocciosi che franarono lungo il pendio del bacino e si depositarono in mezzo ad altri sedimenti. Quindi i reperti non li troviamo in spesse successioni di strati rocciosi regolarmente sovrapposti, bensì in blocchi circondati da altre rocce massicce e prive di fossili. Da questo si evince che, una volta estratti tutti i blocchi, nulla rimarrà più del giacimento fossilifero.

L'importanza del sito fossilifero risiede nella grande diversità dei pesci fossili che, confrontati con esemplari provenienti da altri giacimenti di diversa età, ci consentono di ricostruire la loro storia evolutiva.

Ad essere precisi, il termine “pesce” lo usiamo per comodità e non ha un valore scientifico. In realtà i vertebrati acquatici attuali che chiamiamo “pesci” appartengono a due classi ben distinte di animali: i Condritti a scheletro cartilagineo, come gli squali e le razze, e gli Osteiti, pesci ossei che costituiscono tutti gli altri “pesci”. Oggi la maggior parte dei pesci appartiene agli Osteiti Percomorfi, mentre 95 milioni di anni fa i Percomorfi erano rari. La maggior parte dei pesci dei giacimenti libanesi erano Alepisauriformi (fino a pochi anni fa erano considerati Aulopiformi), appartenevano quindi ad un gruppo che nei mari attuali è relativamente poco rappresentato. L'ittiofauna cretacea del Libano è piuttosto diversificata, soprattutto nei giacimenti di Hjoula e Haqel, ma molti pesci libanesi non sono mai stati studiati e il numero delle specie è quindi destinato a salire in futuro.

Tra i Condritti sono relativamente frequenti i piccoli squali (fig.3), i pesci sega (*Libanopristsis*) e le diverse forme di razze tra cui il Pesce violino, *Rhinobatos*, che vive ancora nei fondali sabbiosi dei mari caldi, e *Cyclobatis*, dal corpo curiosamente circolare.

Negli squali si osserva perfettamente conservato il contorno del corpo, perché la pelle di questi animali è ricoperta di piccolissimi denticoli (zigrino) (fig.3).

I pesci ossei a Hjoula e Haqel sono rappresentati da circa 90 specie distinte. La maggior parte dei reperti è costituita da piccoli pesci che ricordano vagamente le sardine, ma che sardine non sono perché appartengono a gruppi diversi di pesci.

Da questi giacimenti provengono anche le prime anguille ed i primi piccoli esemplari di pesce cofano. Vi sono poi i pesci tipici delle scogliere coralline, come i Picnodonti, estinti circa 50 milioni di anni fa, che erano caratterizzati da un corpo piatto ed alto lateralmente con denti piatti e specializzati a tritare i gusci dei molluschi di cui si nutrivano, un po' come fa oggi il sarago. *Coccodus* è un piccolo Picnodonte aberrante che possiede robuste spine pettorali e denti enormi nel palato.

I predatori di medie dimensioni, di circa 15 – 20 cm di lunghezza, appartengono agli Alepisauriformi che attualmente comprendono solo tre famiglie, ma nel Cretaceo superiore erano altamente differenziati soprattutto con forme predatrici. Tra questi il tipico *Eurypholis*, dai denti acuminati e con tre grandi scaglie sul dorso dietro la testa, e *Prionolepis*, contraddistinto da una estesa copertura di grandi scaglie. Il 50% degli esemplari fossili ritrovati presenta nello stomaco testimonianza dell'ultimo pasto, vale a dire piccoli pesci inghiottiti poco prima di morire (fig.4). Un altro pesce imparentato con quelli visti finora è *Rhynchodercetis*, simile all'attuale Aguglia, ma che non ha niente a che vedere con essa dal punto di vista filogenetico. Al genere *Halec* appartengono voraci predatori un po' più grandi, lunghi una trentina di centimetri. Il piccolo *Exocoetoides* è stato spesso considerato un pesce volante, ma in realtà non lo è poiché non ha il lobo inferiore della pinna caudale più sviluppato di quello superiore come nei veri pesci volanti.

I Ctenotrissiformi avevano grandi pinne dai raggi sottili (fig.5a), mentre le pinne dei Berciformi, Percomorfi, quindi relativamente evoluti, erano spinose (fig.5b).

Altri pesci di questi giacimenti sono i Clupeomorfi, parenti delle attuali acciughe e sardine. La maggior parte dei Clupeomorfi libanesi non è ancora stata studiata.

Tra gli aspetti più significativi dei giacimenti di Hjoulà e Haqel sono le superfici di strato interamente ricoperte da piccoli pesci orientati nella medesima direzione che testimoniano la presenza di correnti nel fondale marino al momento della loro deposizione. Si tratta di morie di massa di branchi di piccoli pesci probabilmente per sopraggiunte condizioni ostili alla vita.

In questi siti abbondano anche diversi invertebrati che vivevano in un ambiente pelagico come i cefalopodi, tra cui calamari ed ammonoidi, gli ofiuroidi (fig.6), i crinoidi o gigli di mare. Si tratta di organismi che una volta morti sono caduti sul fondale marino conservandosi perché il loro scheletro o conchiglia era di calcite. Altri invertebrati sono crostacei decapodi, soprattutto gamberi. Tra i decapodi vi sono anche forme simili agli astici, alle aragoste, alle cannocchie e piccoli granchi.

Altro importante giacimento libanese che visitai nel 1998 per studiarne la stratigrafia, è quello di **en Nammoûra** ubicato in una valle creata da un corso d'acqua effimero che sbocca dopo pochi chilometri nel Mediterraneo. Ai lati opposti della valle ci sono due villaggi, uno mussulmano scita, Zaitoun, e l'altro cristiano maronita, en Nammoûra. Ho trascorso alcuni giorni nella valle all'interno della quale si aprono due interessanti cave dove si estraggono lastre usate per l'edilizia (fig.7). Qui ci sono 15 – 30 metri di calcari stratificati che forniscono resti fossili, ai quali si sovrappongono altre rocce calcaree che ho campionato per stabilire l'età del giacimento. Sandro Venturini dell'AGIP ha identificato microfossili che ci permettono di datare il sito a circa 95 milioni di anni fa. In una fettina di roccia tagliata sottilissima in modo da diventare trasparente, chiamata sezione sottile, osservata ingrandita al microscopio, possiamo vedere i resti dei microrganismi che sono fossilizzati insieme al sedimento trasformato in roccia (fig.8). Particolare interessante del giacimento è la possibilità di osservare la forma geometrica dell'originario bacino marino di deposizione distinguendo gli strati che rappresentano il riempimento del bacino, che si chiudono lateralmente contro i fianchi della depressione. I macrofossili che troviamo a en Nammoûra sono per lo più rappresentati da vegetali terrestri. Ci sono le Angiosperme, cioè le piante con i fiori che erano comparse poche decine di milioni di anni prima all'inizio del Cretaceo, soprattutto le foglie di *Sapindopsis*, insieme a quelle delle conifere e a rare felci. La presenza di piante suggerisce che il giacimento non si sia formato lontano da una terra emersa e che

probabilmente questa era un'isola. Oltre alle piante ci sono anche i pesci, quasi tutti di piccole dimensioni. Sono stati trovati pure rari rettili marini, soprattutto tartarughe e "lucertoloni" marini che hanno conservato talvolta la struttura della pelle squamosa. I fossili più interessanti però appartengono agli uccelli e sono costituiti sia da resti scheletrici che da penne isolate. Il reperto più importante è un uccello primitivo, appartenente ad un gruppo, gli Enantiorniti, che si è estinto insieme ai dinosauri sessantacinque milioni di anni fa. L'uccello era stato probabilmente mangiato e rigurgitato da un predatore e i resti consistono in un mucchietto di ossa frammentate miste a penne. Altra caratteristica straordinaria di tale fossile è che contiene piccole gocce di ambra. Lo studio del reperto è stato pubblicato nella più importante rivista scientifica di paleontologia dei Vertebrati proprio per la sua eccezionalità.

Secondo HEMBELEN (1977) la gran quantità di fossili che troviamo nei giacimenti di Hjoûla e Hâqel è da mettere in relazione con morie di massa innescate da estese proliferazioni stagionali di microorganismi planctonici. Le proliferazioni avvelenavano le acque causando la morte dei pesci e degli invertebrati, un fenomeno che si osserva anche attualmente nei mari tropicali. In Libano i pesci e gli altri organismi morti si depositavano sul fondale di piccoli bacini marini profondi dove la limitata circolazione delle acque portava ad un impoverimento dell'ossigeno disciolto e probabilmente anche ad elevate acidità e salinità. Queste condizioni estreme non consentivano la vita agli organismi predatori e necrofagi, cioè che si nutrono degli organismi morti, che sono i principali distruttori di cadaveri. L'assenza di ossigeno, l'alta salinità e l'acidità rallentavano e talvolta inibivano l'attività dei batteri che causano la putrefazione. I cadaveri dei pesci depositati sul fondale venivano ricoperti dal fango carbonatico fine proveniente dalla zona di mare basso circostante e messo in sospensione dagli uragani o dalle correnti di marea.

Il bacino di en Nammoûra era sempre di questo tipo, ma meno profondo degli altri (meno di 50 metri) e relativamente più vicino a isole ricoperte di vegetazione e popolate da rettili ed uccelli primitivi.

Tutti questi giacimenti non finiranno mai di riservarci nuove sorprese.

Grazie per l'attenzione.

Domande

Quali sono i danni che si apportano a giacimenti fossiliferi come quelli libanesi quando vengono sfruttati senza un controllo ?

Risposta

Bisogna osservare che anche negli Stati Uniti, nel Regno Unito e in alcune regioni della Germania, per fare alcuni esempi, i giacimenti fossiliferi possono essere sfruttati senza un vero e proprio controllo. Secondo il mio parere il problema non sono i cavatori che cercano di guadagnarsi da vivere, ma l'atteggiamento di disinteresse da parte di chi detiene il potere economico e politico. Basterebbe distaccare dei paleontologi specialisti nei vari gruppi di organismi a controllo dei siti, che recuperassero i reperti importanti che i cavatori non raccolgono ed esercitassero il diritto di prelazione sui reperti più grandi, che dovrebbero poi essere acquistati da efficienti enti pubblici preposti alla loro valorizzazione scientifica e divulgativa. Per evitare che i dati vadano perduti, bisognerebbe agire in modo logico, finalizzato e non burocratizzato. Un fossile è solo un dato, non un feticcio come molti sembrano pensare anche nel nostro paese.

Approfondimenti consigliati.

- BANNIKOV A.F. & BACCHIA F. (2000) - *A remarkable fish (Pisces, Teleostei) from a new Upper Cretaceous marine locality in Lebanon*. Senckenberg. Iethaea, 80(1): 3-11.
- CAPPETTA H. (1980a) - *Les selachiens du Crétacé supérieur du Liban. I: Requins*. Palaeontographica A, 168: 69-148.
- CAPPETTA H. (1980b) - *Les selachiens du Crétacé supérieur du Liban. I: Batoides*. Palaeontographica A, 168: 149-229.
- DALLA VECCHIA F.M., ARDUINI P. & KELLNER A.W.A. (2001) - *The first pterosaur from the Cenomanian (Late Cretaceous) Lagerstätten of Lebanon*. Cretaceous Research, 22/2: 219-225.
- DALLA VECCHIA F.M. & CHIAPPE L. M. (2002) - *First avian skeleton from the Mesozoic of northern Gondwana*. Journal of Vertebrate Paleontology, 22(4): 856-860.
- DALLA VECCHIA, F.M. & VENTURINI, S. (1999) - *The Middle Cenomanian Lagerstätte of Al Nammoura (Kesrouâne Caza, N. Lebanon)*. Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "E. Caffi", 20 (III International Symposium on Lithographic Limestones, Extended Abstracts): 75-78.
- DALLA VECCHIA F.M., VENTURINI S. & TENTOR M (2002) - *The Cenomanian (Late Cretaceous) Konservat-Lagerstätte of en Nammoûra (Kesrouane Province), northern Lebanon*. Boll. Soc. Paleont. It., 41/1: 51-68.
- DAL SASSO C. & PINNA G. (1997) - *Aphanizocnemus libanensis n. gen. n. sp., a new dolichosaur (Reptilia, Varanoidea) from the Upper Cretaceous of Lebanon*. Palaeontologia Lombarda, 7: 1-31.
- DAL SASSO C. & RENESTO S. (1999) - *Aquatic varanoid reptiles from the Cenomanian (Upper Cretaceous) lithographic limestones of Lebanon*. Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "E. Caffi", 20 (III International Symposium on Lithographic Limestones, Extended Abstracts): 63-69.
- DAVIS J. W. (1887) - *The fossil fishes of the Chalk of Mount Lebanon in Syria*. Scient. Trans. R. Dubl. Soc., 3(2): 457-636.
- DILCHER D. L. & BASSON P. W. (1990) - *Mid-Cretaceous angiosperm leaves from a new fossil locality in Lebanon*. Botanical Gazette, 151: 538-547.
- EJEL F. & DUBERTRET L. (1966) - *Sur l'âge précis du gisement de poissons et de crustacés crétacés de Sahel Alma (Liban)*. Comptes rendus Somm. Société géologique Française, 9: 353-354.
- FOREY P. L. (1973a) - *A primitive clupeomorph fish from the middle Cenomanian of Hakel, Lebanon*. Can. J. Earth Sci., 10: 1302-1318.
- FOREY P. L. (1973b) - *A revision of the elopiform fishes, fossils and recent*. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol., Suppl. 10: 1-222.
- GARASSINO A. (1994) - *The macruran decapod crustaceans of the Upper Cretaceous of Lebanon*. Paleontologia Lombarda, 3: 1-40.
- GAUDANT M. (1978) - *Recherches sur l'anatomie et la systematique des Ctenothrissiformes et des Pattersonichthyiformes (Poissons teleosteens) du Cenomanien du Liban*. Mem. Mus. natn. Hist. nat., Paris, nouv. ser., ser. C, 41: 1-124.
- GAYET M. (1980a) - *Découverte dans le Crétacé de Hadjula (Liban) du plus ancien Caproidae connu. Étude anatomique et phylogénétique*. Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, sect. C, 2(3): 259-269.
- GAYET M. (1980b) - *Relation phylogénétique des Poissons Europterygii non Acanthomorpha*. Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, sect. C, 2(4): 321-337.

GAYET M. (1988) - *Gharbouria libanica* nov.gen., nov. sp., <<Salmoniforme>> nouveau en provenance d'Aïn-el-Gârboûr, nouveau gisement cénomanien du Liban. Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, sect. C, 10(3): 199-225.

GOODY P.C. (1969a) - *Sedenhorstia dayi* (Hay), a new elopoid from the Cenomanian of Hajula in the Lebanon. Am. Mus. Novit., 2358: 1-23.

GOODY P.C. (1969b) - *The relationships of certain Upper Cretaceous teleosts with special reference to myctophoids*. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol., suppl. 7: 1-255.

GRANDE T. (1999) - *Distribution patterns and historical biogeography of gonorynchiform fishes (Teleostei: Ostariophysi)*. In ARRATIA G. & SCHULTZE H.-P. (a cura di-) *Mesozoic Fishes 2 - Systematics and Fossil Record*, pp. 425-444, F. Pfeil Verlag, München.

HAY O.P. (1903) - *On a collection of Upper Cretaceous fishes from Mount Lebanon, Syria, with description of four new genera and nineteen new species*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 19: 395-452.

HEMLEBEN Chr. (1977) - *Rote Tiden und die oberkretazischen Plattenkalke im Libanon*. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 4: 239-255.

HÜCKEL U. (1970) - *Die Fischschiefer von Hâqel and Hjoûla in der Oberkreide des Libanon*. N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 135: 113-149.

KRASSILOV V. & BACCHIA F. (2000) - *Cenomanian florule of Nammoura, Lebanon*. Cretaceous Research, 21(6): 785-799.

PATTERSON C. (1970) - *Two Upper Cretaceous salmoniform fishes from the Lebanon*. Bull. Brit. nat. Hist. (Geol.), 19(5): 205-296.

PATTERSON C. (1970) - *Two New Cretaceous berycoid fishes from the Lebanon*. Bull. Brit. nat. Hist. (Geol.), 14(3): 64-104.

PICTET F.-J. & HUMBERT A. (1866) - *Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du Mont Liban*. Genève, Georg, vii + pp. 115, 19 tavv.

RAGE J.-C. & ESCOUILLE F. (2000) - *Un nouveau serpent bipède du Cénoomanien (Crétacé). Implications phylétique*. C. R. Acad. Sci. Paris, Sc. de la Terre et des plan., 330: 513-520.

ROGER J. (1946) - *Les invertébrés des couches a poissons du Crétacé supérieur du Liban*. Mém. Soc. Géol. Fr., Paris, 23: 1-92.

SCHRAM F. R., HOF C. H. J. & STEEMAN F.A. M (1999) - *Thylacocephala (Arthropoda: Crustacea?) from the Cretaceous of Lebanon and implications for thylacocephalan systematics*. Palaeontology, 42(5): 769-767.

SMITH WOODWARD A. (1898) - *Notes on some type specimens of Cretaceous fishes from Mount Lebanon in the Edimburgh Museum of Science and Art*. Ann. Mag. Nat. Hist., 7(2): 405-414.

SMITH WOODWARD A. (1942) - *Some new and little known Upper Cretaceous fishes from Mount Lebanon*. Ann. Mag. Nat. Hist., 9: 537-568.

Tutte le foto e disegni sono di *Fabio M. Dalla Vecchia* © Tutti i diritti riservati. È vietata la riproduzione non autorizzata.

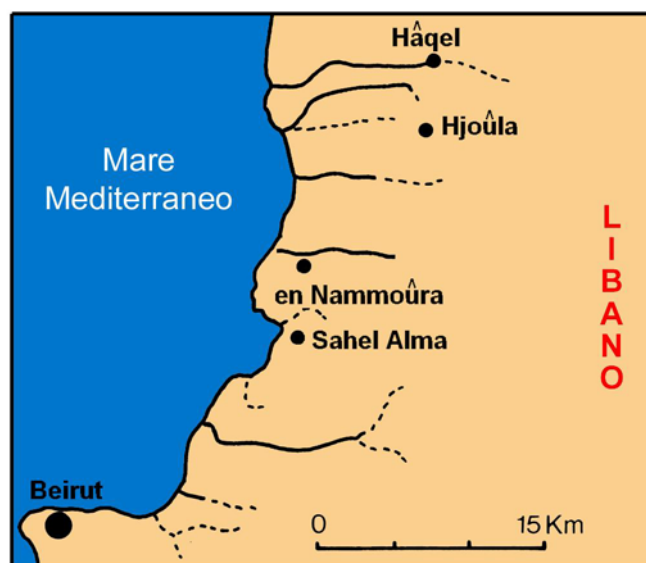


Figura 1 - Localizzazione dei siti fossiliferi libanesi.

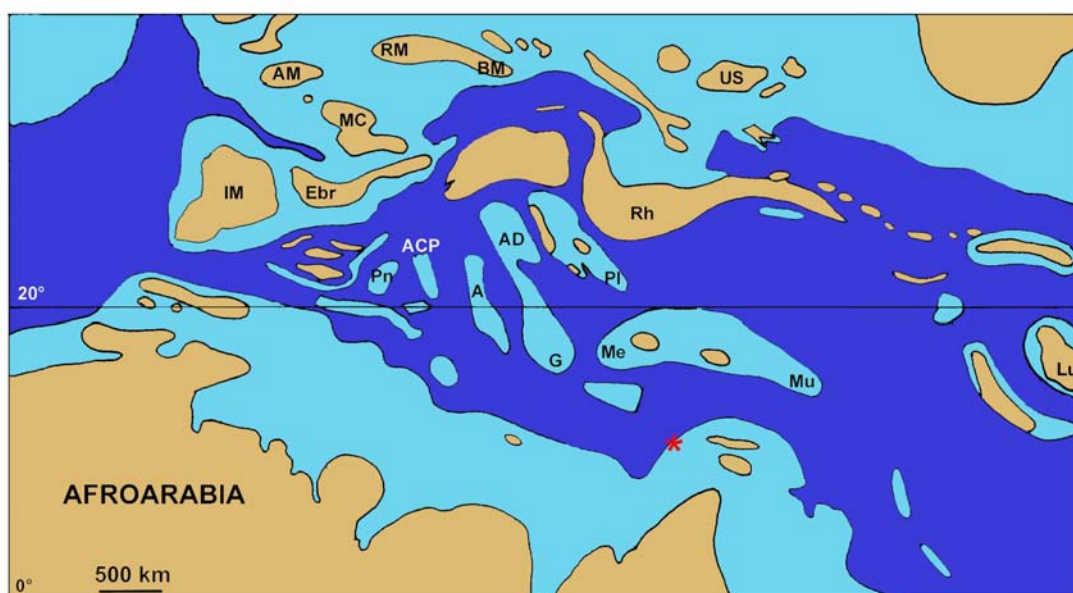


Figura 2 - Carta paleogeografica della Tetide centro-occidentale 95 milioni di anni fa, tratta da PHILIP *et al.* (2000) modificata e ridisegnata. - Legenda: marrone = terra emersa e isole vulcaniche, azzurro = mari bassi, blu = mari profondi, oceano. L'asterisco indica la posizione dei siti libanesi. - Abbreviazioni: A = Piattaforma carbonatica Apula (Puglia), ACP = Piattaforma carbonatica Appenninica (Lazio-Abruzzi-Campania), AD = Piattaforma carbonatica Adriatico-Dinarica (Friuli-Istria-Dalmazia; Italia nordorientale e Croazia), AM = Massiccio Armoricano (Francia nordoccidentale), BM = Massiccio Boemo (Repubblica Ceca), Ebr = Massiccio dell'Ebro (Spagna), G = Gavrovo (Bulgaria), IM = Massiccio Iberico (Spagna), MC = Massiccio Centrale (Francia), Me = Menderes (Turchia), Mu = Muzurdan (Turchia), Pl = Massiccio Pelagoniano (Grecia settentrionale), Pn = Panormide (Sicilia), Rh = Rodope (Bulgaria), RM = Massiccio Renano (Germania occidentale, in parte Belgio, Lussemburgo e Francia settentrionale), US = Scudo Ucraino.



Figura 3 – Un piccolo squalo trovato a Hjoulà

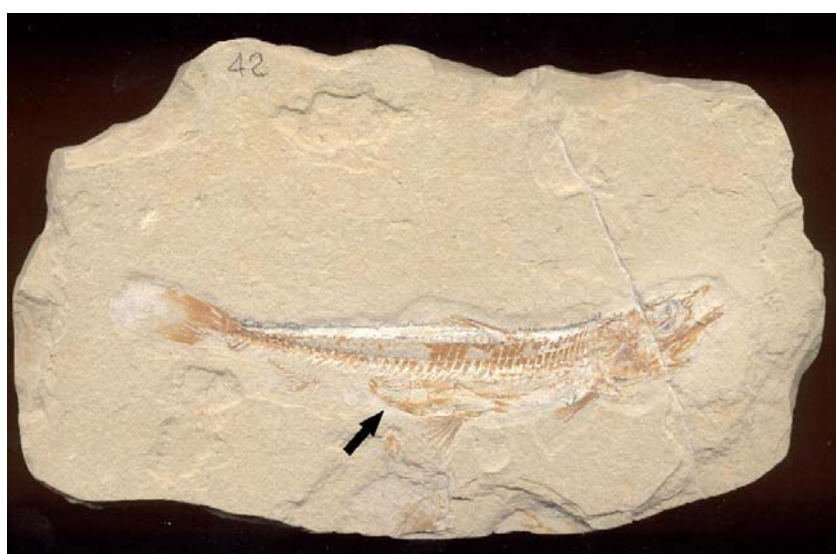


Figura 4 - Il predatore *Prionolepis* con un piccolo pesce nella pancia (freccia)



....(a)



(b)

Figura 5 – Pesci ossei ritrovati a Hjoulà. – (a) Un esemplare di *Ctenothrissa* – (b) Un esemplare del bericiforme *Pycnosteroideus*.

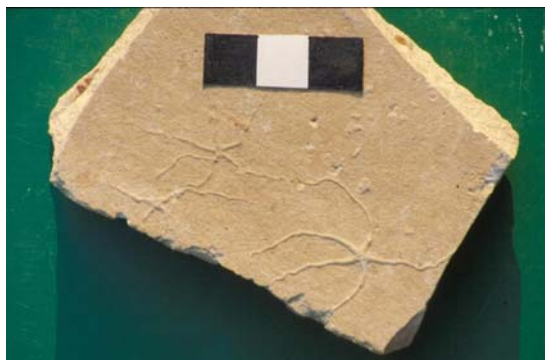


Fig. 6 - Ofiuroidi provenienti da Hjoula.



Fig. 7 - Una delle due cave di en Nammoûra



Fig. 8 - Una sezione sottile di roccia osservata ingrandita, con il foraminifero cenomaniano *Pseudodedomia drorinensis*. Proviene dal sito di en Nammoûra.



Filippo Russo è nato a Torre Annunziata (Napoli) nel 1961 e si laurea nel 1985 in Scienze Geologiche presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II". Nel 1990 consegue a Roma il Dottorato di Ricerca in "Geologia e Geologia Applicata" svolgendo ricerche in campo geologico, geografico fisico e geomorfologico finalizzate alla ricostruzione ed evoluzione dei paesaggi naturali. Riveste l'incarico di responsabile scientifico di vari programmi di ricerca nazionali su problematiche di tipo geomorfologico ed ambientali. Successivamente diventa Professore associato afferendo al Dipartimento di Studi geologici ed ambientali dell'Università degli Studi del Sannio di Benevento. È membro dell'Associazione Italiana di Geografia

fisica e Geomorfologia, nonché della Società Geologica Italiana. Pubblica oltre settanta articoli di carattere geologico ambientale e geomorfologico divulgati sia in ambito nazionale che internazionale.

Clima e variazioni ambientali nella storia della Terra

Filippo Russo

flrusso@unisannio.it

Università degli Studi del Sannio-Benevento

Benvenuti a questa sessione pomeridiana dedicata ad argomenti che sono “oltre” la Paleontologia: come specificato nel programma. Il mio intervento, infatti, avrà per oggetto l'analisi di quei fattori ambientali che sono alla base delle variazioni del clima del nostro pianeta ed i cui effetti sono documentati anche dai rinvenimenti di alcuni fossili.

Prima di iniziare questa conferenza, constatata la presenza di studenti in sala la cui giovane età mi induce a capire che forse sono prossimi alla scelta universitaria, credo sia opportuno spendere due parole sulla Facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università del Sannio (1) in cui sono docente di Geografia Fisica e Geomorfologia per i corsi di laurea in Scienze della Terra e Scienze Ambientali.

L'Università del Sannio (2) è di recente istituzione: gemmata dall'Università di Salerno, opera a Benevento dal 1998 in piena autonomia. Potremmo paragonarla ad un bambino che solo qualche anno fa muoveva i primi passi tra mille difficoltà amministrative e burocratiche, ma che oggi è ormai salda sulle proprie gambe. La Facoltà di Scienze MM.FF.NN. in questa Università si è ormai stabilizzata con quattro corsi di laurea triennali: Biotecnologie, Scienze ambientali, Scienze biologiche e Scienze della Terra e due corsi di laurea specialistica : Biologia e Scienze geologiche per le risorse, l'ambiente ed il territorio cui afferiscono un sempre maggiore, discreto numero di iscritti: un chiaro segnale positivo se si considera che nel panorama nazionale lo studio delle scienze non ha facile presa sui giovani, che continuano a prediligere corsi di laurea di contenuto umanistico o socio-economico. Con la sua offerta didattica la Facoltà punta alla valorizzazione delle risorse del territorio che la ospita raccogliendo la sfida lanciata da quegli enti territoriali che col “patto” stipulato per la nascita di questa Università hanno scommesso sul trionfo della vocazione agro-alimentare-zootecnica del Sannio e sul risanamento e protezione del territorio dal dissesto idrogeologico e dai rischi naturali. Si tratta di settori che sono tradizionalmente di punta in ambito nazionale dove tantissimi sono i ricercatori italiani che si distinguono, anche se penalizzati dalla sempre crescente contrazione dei fondi investiti nella ricerca scientifica. L'Università del Sannio è una piccola, grande realtà locale che scommette per il suo successo anche sulle potenzialità professionali presenti sul territorio: dall'astrofisica, alla paleontologia, alla biologia, alle tecnologie del *software*, con un sempre maggiore impiego di docenti che veicolano nelle scuole sannite i vari settori della cultura scientifica. Quindi, i nostri politici hanno scelto bene promuovendo su questo territorio l'insediamento di tali facoltà scientifiche e soprattutto giuridico-economiche, perché più di altre radicate in prospettiva sulle caratteristiche di un territorio che non conosce una vera vocazione industriale e tale da giustificare la nascita di altre “culture” universitarie.

Sembra ormai accertato che, appunto, lo sviluppo industriale e di conseguenza l'inquinamento prodotto nell'ambiente terrestre sia la causa, in questi ultimi due secoli almeno, del deterioramento climatico e del peggioramento delle condizioni di “vivibilità” di molte aree del nostro Pianeta. Spesso, però, il “Clima” è trattato dai mass-

media con toni allarmistici e solo per fare “audience” : quindi, sfugge a molti il significato profondo di questo termine, talvolta abusato o impropriamente utilizzato.

Ma cos'è il Clima nella storia della Terra?

Se per “Clima” intendiamo il complesso delle condizioni o caratteristiche fisico-dinamiche del tempo atmosferico in un determinato luogo in un dato momento, comprendiamo anche che nel loro insieme le condizioni meteorologiche hanno da sempre caratterizzato gli ambienti naturali nei vari luoghi del Pianeta e nel tempo hanno svolto un ruolo fondamentale per lo sviluppo della vita: come i numerosi ed autorevoli autori, che mi hanno preceduto in questa manifestazione, hanno avuto modo di illustrare attraverso la storia dei ritrovamenti fossili.

Tuttavia, va detto che la storia della vita sulla Terra è poca cosa se paragonata all'età del nostro Pianeta, 4.5 Miliardi di anni, pertanto solo i dati geologici sono in grado di fornirci teorie sull'evoluzione dell'ambiente terrestre e, quindi del Clima, fin dai primordi della Terra: quindi, il Clima e la storia della Terra sono intimamente connessi.

Secondo le teorie più accreditate, alle origini la superficie del Pianeta Terra, fluida ed incandescente (fig. 1), lentamente raffreddava e solidificava originando la “crosta terrestre” e via via, in profondità, gli altri “strati” che compongono l'interno della Terra. La Stella Sole, ancora molto giovane, era più fredda e pallida, sprigionando poco calore dalla coltre di materia cosmica che ancora l'avvolgeva. La forma e le dimensioni della Terra, in questo momento, erano pressoché identiche a quelle attuali a parte la diversa forma e distribuzione dei continenti. Unica differenza il clima: che non poteva ospitare la vita in quanto l'atmosfera era troppo ricca di Anidride carbonica sprigionata dall'intensa attività vulcanica (fig. 2).

La presenza di questo gas, l'Anidride carbonica, determinava nell'ambiente terrestre condizioni di “effetto serra” che, a differenza di oggi, favorirono lo sviluppo della vita. Infatti, è da imputare all'immagazzinamento di calore lo sviluppo di quelle reazioni chimiche che avrebbero poi generato le molecole organiche responsabili di questo “miracolo chimico” che è la Vita.

Che fine ha fatto l'Anidride carbonica ? Non lo sappiamo. È un mistero.

Ma ci sono varie teorie in proposito. Quella più accreditata, ritiene che la CO₂ atmosferica, essendo un gas pesante, sia rimasta intrappolata nelle rocce calcaree, nella cui formula chimica sono presenti oltre al Calcio anche il Carbonio e l'Ossigeno, della Crosta terrestre. Alcuni geochimici sostengono che se di colpo si liberasse tutta la CO₂ presente nelle rocce calcaree distribuite sulla Terra, probabilmente si libererebbe tanta di quella anidride carbonica da riportare l'atmosfera alle condizioni primitive. Sicuramente è una mezza verità! Ma chi ha fissato l'Anidride carbonica nelle rocce?

Sicuramente il processo di fissazione è da imputare a cause inorganiche, poiché gli organismi primitivi non erano in grado di farlo, a differenza di quanto, invece, accade oggi. È possibile, infatti, che l'effetto serra può aver favorito lo sviluppo di una “macchina” termica naturale in grado di far evaporare l'acqua marina con conseguente condensazione e ri-precipitazione gravitativa in forma liquida: un processo continuo denominato “Ciclo dell'acqua” (fig. 3). Con questo processo è verosimile che l'acqua di precipitazione abbia sottratto dall'aria molta anidride carbonica precipitandola al suolo e favorendo il suo immagazzinamento nei sedimenti. Un processo che avviene ancora oggi, per fortuna! Purtroppo in maniera squilibrata per la presenza eccessiva nell'acqua di anidride carbonica. L'acqua assume così un carattere più acido e, precipitando, le piogge acide facilitano i processi corrosivi.

Ma come si è arricchita l'atmosfera di Ossigeno?

Oggi l'atmosfera ha la stessa composizione di un miliardo e mezzo di anni fa (fig. 4), ciò si evince dall'analisi dell'aria intrappolata nelle rocce o nei minerali. L'attività biologica alle origini non aveva un ruolo stabilizzante del clima come accade oggi ma costituiva un requisito fondamentale per lo sviluppo della vita. Infatti, le alghe svolsero una primitiva attività fotosintetica catturando dall'atmosfera la CO₂ e producendo come rifiuto l'Ossigeno. Un processo che avrebbe portato ad un progressivo impoverimento nell'atmosfera di CO₂ ed un altrettanto arricchimento di Ossigeno che insieme all'Azoto costituiscono ora il 99% dei costituenti gassosi dell'aria che respiriamo. Iniziò così, due miliardi e mezzo di anni fa, l'Era dell'Ossigeno.

La fascia atmosferica di Ozono fu sempre più in grado di assorbire le radiazioni solari ultraviolette dannose per lo sviluppo della vita: la quale, fino a quel momento, era confinata nelle acque marine. Infatti, l'acqua proteggeva gli organismi viventi dall'esposizione alle radiazioni ultraviolette. Questa sorta di schermatura protettiva favorì lo sviluppo e la diffusione della vita fuori dagli oceani e sui continenti e progressivamente tutti gli ambienti subaerei furono conquistati.

La transizione degli organismi da ambienti anaerobici, cioè privi di Ossigeno, verso ambienti aerobici indica un'azione stabilizzatrice della vita sul clima.

Ma com'era il Clima nell'era dell'Ossigeno?

In fig. 5 l'andamento della curva indica le variazioni del clima nei diversi tempi geologici; la variabilità del tracciato della curva evidenzia che il clima non è mai stato costante. Infatti, periodi di riscaldamento (interglaciali) si alternano a periodi più freddi (glaciali). Alternanze che se rapportate in termini attualistici alle situazioni odierne, si intuisce chiaramente che devono essere correlate ad altrettante variazioni di ecosistemi con evidenti sovrapposizioni di eventi nei medesimi luoghi. Di ciò abbiamo grandi testimonianze in ogni parte della Terra: sia in termini di evidenze paesaggistiche (figg. 6 e 7) che documentate dai resti fossilizzati degli organismi.

In pratica, abbiamo testimonianze di come uno stesso luogo sperimentava nel tempo ora un periodo caratterizzato da climi caldi e ora un periodo caratterizzato da climi freddi e quindi un ecosistema alternativo all'altro. Quest'alternanza ha sicuramente contribuito alla selezione naturale e quindi all'evoluzione delle specie animali (fig. 8).

Ma qual è la causa di queste alternanze climatiche?

È noto a tutti ormai che le cause delle variazioni climatiche sono sostanzialmente tre, di seguito elencate in ordine di importanza, d'incidenza temporale e spaziale:

- a) la prima è dovuta a fattori astronomici, tra i quali i più importanti sono: le variazioni cicliche dell'eccentricità dell'orbita terrestre, dell'inclinazione dell'asse terrestre, della direzione dell'asse terrestre;
- b) la seconda è dovuta a fattori geologici e morfologici, cioè deriva dei continenti, orogenesi, ecc.;
- c) la terza è dovuta a fattori accidentali come la caduta di meteoriti, eruzioni vulcaniche, ecc.

Solo alcune decine di anni fa si leggeva nei libri di storia che la Terra aveva conosciuto quattro grandi glaciazioni e che l'uomo era comparso sulla Terra solo alla fine dell'ultima e pertanto numerose erano le illustrazioni che lo ritraevano affianco agli estinti Mammuth. Da quando è stato possibile analizzare chimicamente l'aria intrappolata nei ghiacci carotati da trivellazioni in Antartide, sappiamo che la Terra almeno negli ultimi due milioni di anni ha conosciuto centinaia di periodi glaciali alternati ad altrettanti periodi caldi (fig. 9).

Essi si presentano con una ciclicità di circa 21.000 – 40.000 – 90.000 anni ed il fatto straordinario è che coincidono con le ciclicità indotte dalle variazioni astronomiche (fig. 10). È stato un astrofisico serbo, Milutin Milankovitch, che ha correlato i cicli glaciali alle succitate variazioni dei parametri astronomici.

Altre cause di modificazione del Clima sono da riconoscere nel diverso assetto spaziale assunto dai continenti (Teoria della Deriva dei continenti) nel corso del tempo geologico o nel sollevamento delle catene montuose, che interrompono il regolare fluire dell'aria. Immaginiamo che cosa sarebbe l'Italia senza l'Appennino! La nostra penisola sarebbe attraversata con maggior impeto dalle correnti d'aria atlantica condizionando diversamente un Clima che non sarebbe certo mediterraneo! Anche il Mar Mediterraneo deve la sua esistenza all'orogenesi alpina: l'oscillazione della soglia di Gibilterra, infatti, nel corso degli ultimi periodi geologici ha determinato nel bacino marino ora condizioni di mare aperto e ora condizioni di mare-lago con ampie porzioni esposte all'ambiente subaereo. Ciò ha influito e non poco sul Clima di tutte quelle porzioni continentali che oggi si affacciano sul bacino mediterraneo.

Queste sono da considerarsi le due principali cause globali di modificazione del Clima durante l'Era dell'Ossigeno. Proviamo a capire adesso quali altre cause, più localizzate nel tempo e nello spazio, possono aver prodotto gli stessi effetti sul Clima.

Senza dubbio la caduta dei meteoriti è una di queste cause, sebbene temporalmente localizzata; a tal proposito sembra ormai da tutti accettato che l'estinzione dei dinosauri alla fine dell'Era Mesozoica sia stata provocata da una profonda variazione climatica indotta proprio dalla caduta di un meteorite. Del resto tracce di caduta di meteoriti sono ormai molteplici e si rinvencono in ogni parte del mondo ad esempio in Arizona, Baviera, Ucraina, etc.

Inoltre, sappiamo bene che dalla fine dell'ultima glaciazione, circa 10.000 anni fa, numerose sono state le eruzioni vulcaniche particolarmente intense e per molte di esse sappiamo che hanno drasticamente influito sul Clima globale per un limitato intervallo di tempo. Un esempio di tal genere avvenuto in epoca moderna può essere l'eruzione esplosiva del Krakatoa nel mare indonesiano che nel 1883 modificò gli inverni su buona parte del pianeta per alcuni anni. Recentemente nel 1982 l'eruzione del vulcano messicano *El Chichon* ha fatto viaggiare una nube di aerosol solforoso in orbita intorno alla Terra per oltre due anni, modificando il clima localmente.

Grazie agli studi sulle carote di ghiaccio prelevate in Antartide (fig. 11), rappresentative di 200.000 anni di storia della Terra, sappiamo che c'è stata una variazione termica globale annua caratterizzata da un incremento medio di solo 1° C, la stessa composizione chimica dell'aria non è mutata.

Approfondendo l'analisi solamente su quella parte di carota di ghiaccio che rappresenta gli ultimi 200 anni circa di storia della Terra si è rimasti alquanto sorpresi dai dati che sono emersi. Infatti, nelle immagini ingrandite al microscopio l'aria è risultata caratterizzata da numerosi elementi estranei alla sua composizione naturale e purtroppo in gran parte sono da classificarsi come oggetti inquinanti, per esempio: pulviscolo stradale, ceneri di petrolio, scarichi di acciaierie, ceneri carboniose volatili, cristalli di amianto, ecc. (fig. 12); prodotti nocivi alla salute ma che fanno ormai parte integrante del nostro ecosistema determinato dall'*Homo technologicus*.

È emblematico infatti come l'inizio di questo turbamento dell'aria da parte degli inquinanti cominci proprio dalla seconda metà del '700: momento in cui si registra, con la rivoluzione industriale, un netto cambiamento socio-economico nella storia dell'umanità.

Nella **fig. 13** sono mostrati, per mezzo di diagrammi appositamente realizzati, gli incrementi - specialmente negli ultimi 50 anni - dei contenuti di Metano, Ossido di Azoto e Anidride solforosa presenti nell'aria che respiriamo; particolarmente significativa è la curva dell'incremento dei Clorofluorocarburi (CFC), ritenuti i massimi responsabili della distruzione dello strato di Ozono atmosferico. Si tratta, quindi, di sostanze inquinanti immesse nell'aria con azioni antropiche come l'agricoltura intensiva, deforestazione, eccessivo sfruttamento energetico, poco ortodosse ed i cui effetti sul Clima potrebbero essere deleteri ed in grado di modificarne l'attuale *status*. Se a ciò si aggiunge l'incremento in concentrazione del 25% di Anidride carbonica ed il raddoppio del contenuto di metano, entrambi considerati forti "gas serra", si intuisce che se prima, nell'Era dell'Ossigeno, lo sviluppo della vita ne ha beneficiato, oggi è l'antropizzazione stessa ad essere protagonista in quanto destabilizzatrice del Clima.

I calcoli basati su questi dati riportano che negli ultimi duecento anni la variazione termica globale è da considerarsi tra 1 e 5 gradi con un rapido aumento da 10 a 50 volte superiore ai valori registrati nel passato tempo geologico (**fig. 14**). Si tratta di stime di crescita della variazione termica globale che ci indicano un probabile cambiamento globale del clima nell'immediato futuro con scenari imprevedibili in termini di modificazioni degli ecosistemi. Il tutto determinato dalle interferenze dell'uomo sul clima e sugli ecosistemi che da questo dipendono, aprendo scenari futuristici di migrazioni ed estinzioni degli organismi del tutto eccezionali e non confrontabili con il passato. Forse è a rischio la stessa specie antropica la cui difficoltà di adattamento a nuove condizioni esistenziali è oggi ben nota. Il problema è diventato emergenza ed è all'attenzione della comunità internazionale.

Si chiude qui questa conferenza e con un'immagine romantica del Pianeta Terra: ossia la vista del nostro Pianeta dalla Luna (**fig. 15**), a simboleggiare un sorta di monito all'uomo per un futuro che si delinea alquanto incerto. Un pianeta dove siamo ospiti e forse per un limitatissimo tempo.

Intanto, godiamoci le meraviglie di questo Pianeta che "vive" e sfruttiamo ogni occasione per conoscerlo meglio prima che sia troppo tardi.

Grazie per l'ascolto.

Domanda

Oltre all'analisi delle carote di ghiaccio prelevate ai poli, quali sono le tracce geologiche che documentano le variazioni climatiche della Terra nel Quaternario ?

Risposta

Sotto l'aspetto paleontologico una prova può essere quella legata al ritrovamento, alle stesse latitudini, di organismi, generalmente molluschi fossilizzati, che sono vissuti in ambienti climatici estremamente diversi, per esempio: fossili di organismi vissuti in acque calde (i cosiddetti "ospiti caldi") stratigraficamente alternati e quelli di organismi vissuti in acque fredde (i cosiddetti "ospiti freddi"). Sotto l'aspetto geomorfologico, invece, nel paesaggio possono essere documentate le testimonianze erosionali o deposizionali di agenti e processi morfogenetici tipici di ambienti climaticamente diversi, per esempio, forme glaciali alternate a forme eoliche di deserti caldi o a forme fluviali, ecc. Un classico esempio di questi avvicendamenti geomorfologici si riscontra nei paesaggi alpini dove le forme di terrazzamento fluviale, tipicamente interglaciali, si alternano a forme moreniche tipiche del modellamento glaciale.

Approfondimenti consigliati

- (1) www.sci.unisannio.it - Sito ufficiale della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università del Sannio.
- (2) www.unisannio.it – Sito ufficiale dell'Università del Sannio.
- (3) www.lescienze.it - Sito della rivista *Le Scienze* attraverso il quale è possibile richiedere le seguenti pubblicazioni:
 - AA.VV. (2000) – *Il Clima che cambia*. Le Scienze, Dossier, n.5, a. 2000, 104 pp.
 - VITTORI O.(a cura di) (1990)–*Il Clima mondiale*. Le Scienze, Quaderni, n.54, a.1990,90 pp.
 - VISCONTI G. (a cura di) (1998) – *La dinamica del Clima*. Le Scienze, Quaderni, n.104, a. 1998, 96 pp.
- (4) Marco Oliverio *Variazioni climatiche e microevoluzione in gasteropodi marini*. Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.
- (5) www.meteorologia.it/index.htm - interessante sito sulla meteorologia con immagini satellitari, un' interessante sezione dedicata alla didattica con corsi di meteorologia multimediale(base ed avanzato), ricca bibliografia, meteoforum, links, software e modelli revisionali ed ovviamente previsioni meteorologiche a breve e medio termine.
- (6) www.sinanet.apat.it - Sito ufficiale dell'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici). Una rete nazionale d'informazione in campo ambientale (rete SINA–Sistema Informativo Nazionale Ambientale) con varie aree tematiche di cui una dedicata all'atmosfera e collegamenti ad altre agenzie europee per l'ambiente.



Fig.1-Lenta solidificazione della superficie terrestre

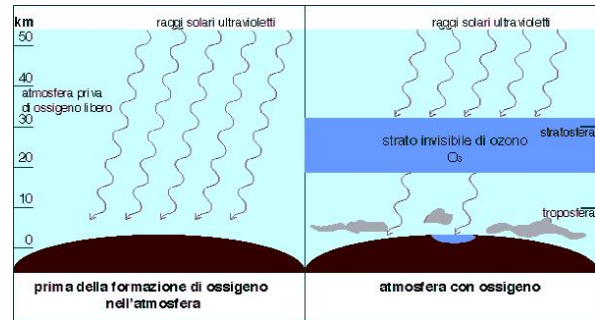


Fig.2 - Confronto tra l'atmosfera primordiale e quella attuale

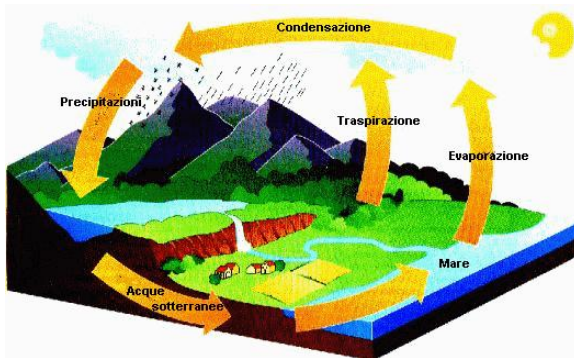


Fig.3-Ciclo dell'acqua.

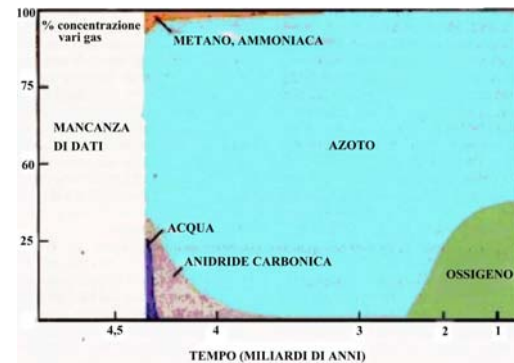


Fig.4 - Concentrazione di gas nell'atmosfera nel corso della sua evoluzione nel tempo.

La composizione dell'atmosfera, qui mostrata dai valori di concentrazione relativa ai vari gas, è fortemente influenzata dalla presenza della vita sulla Terra. L'atmosfera primordiale era caratterizzata da concentrazioni relativamente alte di acqua e di anidride carbonica, nonché, come ritengono molti esperti, da metano, ammoniaca e azoto. Dopo la comparsa degli organismi viventi, l'ossigeno così indispensabile per la nostra sopravvivenza, divenne via via più abbondante. Ai nostri giorni anidride carbonica, metano ed acqua esistono nell'atmosfera solo in tracce.

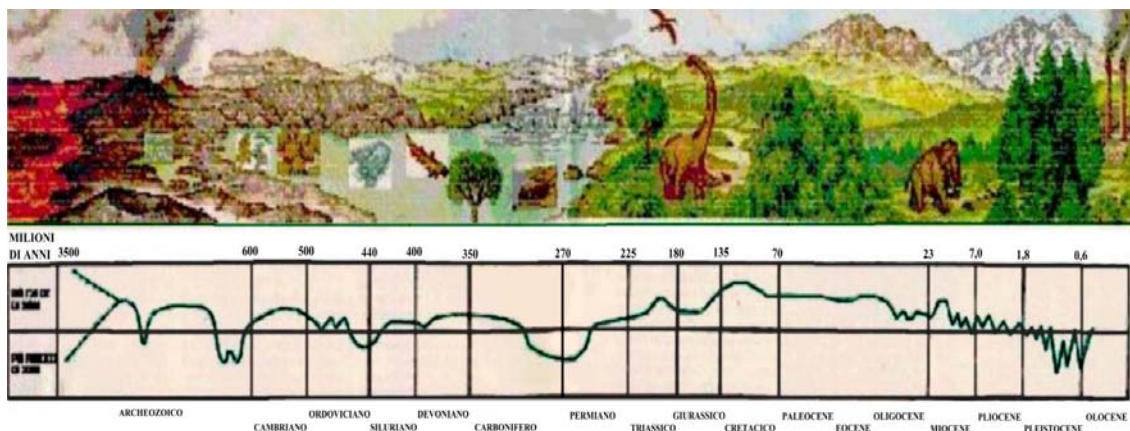


Fig.5 - Variazioni del clima nei diversi tempi geologici.



Fig.6 - Paesaggio glaciale delle Alpi



Fig.7 Paesaggio arido-caldo del deserto del Sahara.



Fig. 8 - Mandrie di *Mammuth*, oggi estinti, in un immaginario paesaggio glaciale pleistocenico.

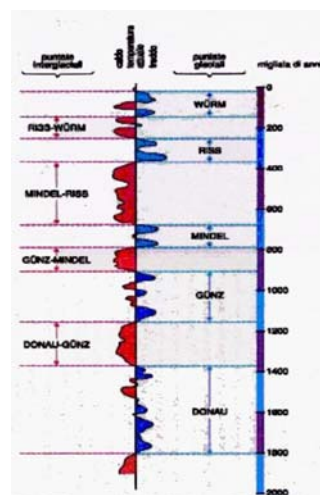


Fig. 9 – Alternanza di fasi glaciali ed interglaciali occorse negli ultimi due milioni di anni.

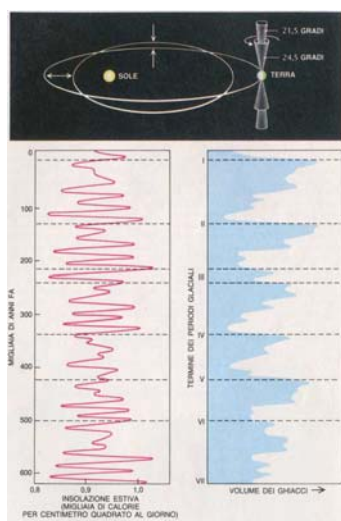


Fig. 10 – Variazione dei parametri orbitali in funzione dell'insolazione.

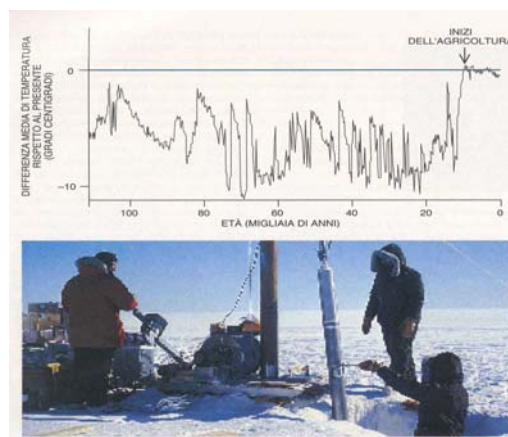


Fig. 11 Perforazione nella calotta glaciale dell'Antartide



Fig. 12 - Elementi inquinanti presenti all'interno dei campioni di ghiaccio carotati ed analizzati al microscopio.

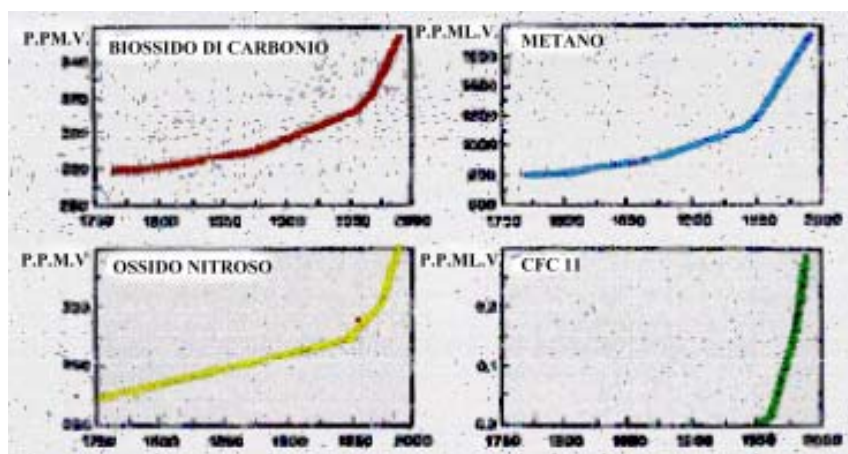


Fig. 13 - Andamento della concentrazione di alcuni gas serra nell'atmosfera p.p.m.v. (parti per milione in volume), p.p.ml. v. (parti per miliardo in volume) (da J.T. Houghton, 1990).

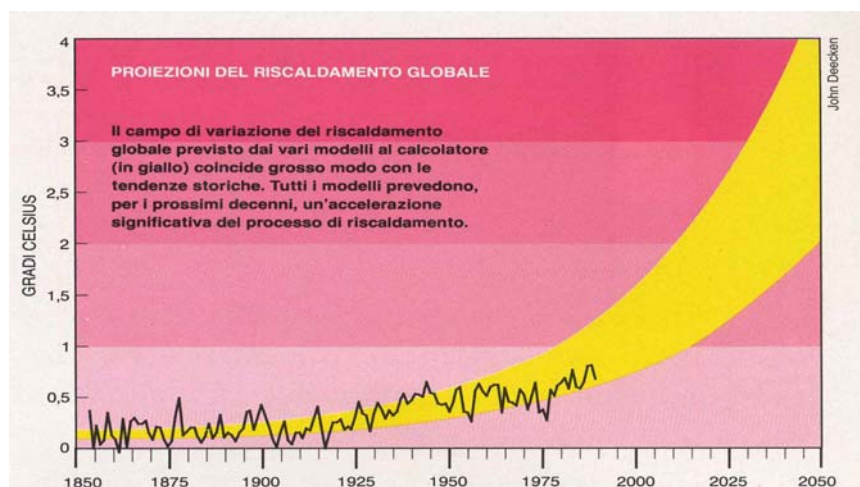


Fig. 14 - Incremento globale della temperatura terrestre.

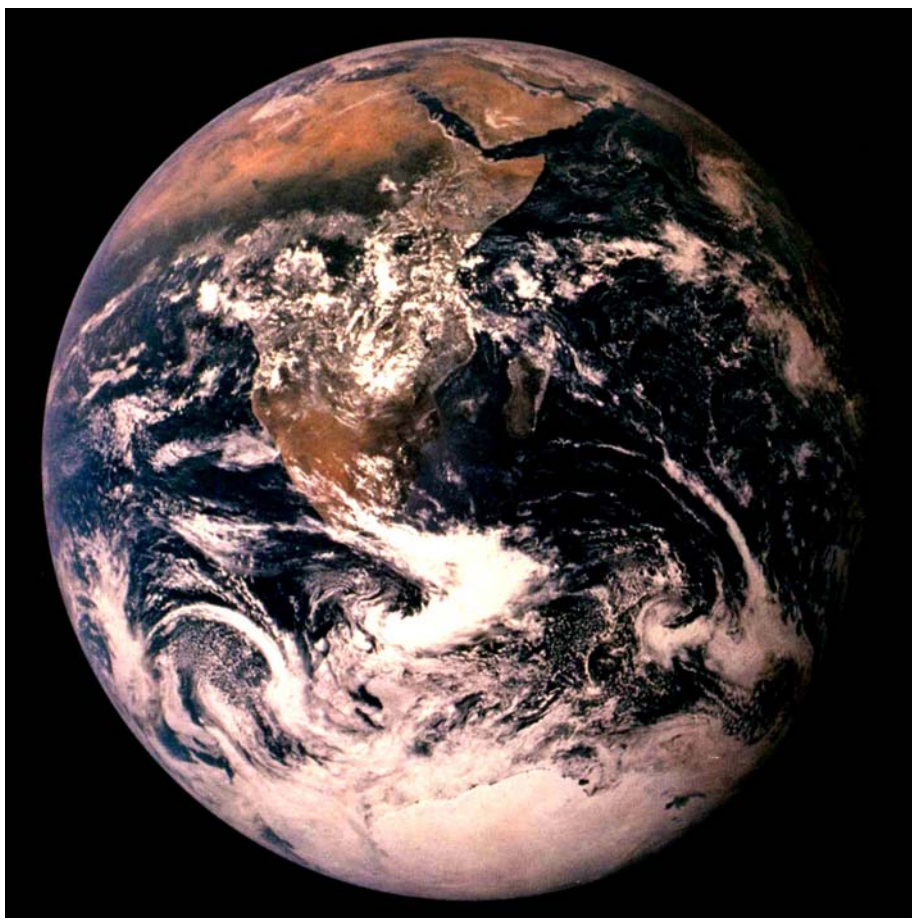


Fig. 15 - La Terra vista dalla Luna.



Sergio Bravi è nato a Napoli nel 1960. Diplomato al liceo scientifico si laurea in Scienze Geologiche a Napoli nel 1987 presso l'Università Federico II discutendo la tesi sperimentale sul giacimento dei pesci fossili di Pietraroja (Benevento), approfondendo gli aspetti paleoambientali, anatomici ed evolutivisti di questa fauna individuando nuove specie nel quadro tassonomico. Nel 1997 consegue il Dottorato di Ricerca in Geologia del sedimentario specializzandosi nelle tematiche ciclostratigrafiche. Collabora con il CNR di Napoli conducendo diversi studi biostratigrafici sulle successioni carbonatiche di piattaforma di età giurassica, cretacea ed eocenica dell'Appennino Centro-meridionale interessati dai livelli del tipo "Plattenkalk".

Pubblica diversi articoli di livello scientifico e divulgativo. Collabora con associazioni ambientaliste e culturali per la promozione delle risorse geoambientali del bacino idrografico del Sele-Calore, della microfauna acquatica e della geo-archeologia del territorio flegreo e del *Parco Geopaleontologico di Pietraroja*. Consulente scientifico per la mostra *Un dinosauro a Pietraroja* allestita a Benevento presso la Rocca dei Rettori, diventa socio fondatore della Onlus sannita *Un Futuro a Sud*. Collabora con il Servizio Geologico di Stato per la stesura della nuova cartografia geologica. Nel 2000 diventa tecnico paleontologo presso il Dip. di Geologia dell'Università Federico II di Napoli, nonché Direttore del Museo Civico del territorio di Cusano Mutri (Benevento).

Cento milioni di anni fa. Itinerari alla scoperta dei fossili del territorio campano

Dott. Sergio Bravi

sergiobravi@libero.it

Museo Civico di Cusano Mutri – Benevento

Effettueremo un viaggio a ritroso nel tempo partendo da circa 50 milioni di anni fa attraverso il commento di immagini. Illustrerò i più significativi siti fossiliferi della regione Campania per fornire una panoramica generale sull'evoluzione degli organismi ma tralascerò, per rimanere in tema alla giornata, gli affioramenti di una parte del Cenozoico e cioè Miocene e Pliocene non privi comunque d'interesse.

Mi soffermerò particolarmente su tre giacimenti: Pietraroja in provincia di Benevento, Petina e Liberi, rispettivamente in provincia di Salerno e di Caserta.

La scoperta dei siti fossiliferi è spesso casuale; altre volte invece è frutto di esperienza, studi sul terreno e in laboratorio che insieme consentono di applicare metodologie che ne facilitano il ritrovamento. Questo mio intervento è il risultato di una serie di ricerche maturate anche nell'ambito del rilevamento dei nuovi fogli geologici in scala al 50.000 d'Italia in corso di preparazione (1) e perciò alcuni dei siti che vi illustrerò non sono ancora completamente conosciuti dalla comunità scientifica se non per alcune note preliminari che ho pubblicato.

50 milioni di anni fa. Ci troviamo nel territorio del comune di **Ottati** in provincia di Salerno (fig.1a), sui Monti Alburni, che costituiscono una vasta dorsale montuosa con paesaggi carsici e con un aspetto morfologico tanto particolare da essere chiamati le Dolomiti del Sud.

Il paesino è arroccato alle pendici degli Alburni e nel sito fossilifero si osservano superfici di strato esposte alla erosione e quindi molto abrase dagli agenti atmosferici, ma, nonostante tutto, su di esse si riconoscono resti, spesso numerosissimi, di pesci fossili (fig.1b). Si tratta di una superficie che un tempo era totalmente "tappezzata" da pesci fossili di circa 50 milioni di anni fa e che appartengono alla specie *Cyclopoma gigas* AGASSIZ, già ritrovata e descritta nel celebre giacimento di Bolca in provincia di Verona, nel bacino di Parigi ed in Australia. Tutto ciò significa che questo nuovo ritrovamento italiano riveste importanza paleobiogeografica, ed in particolare ci indica quali potessero essere le relazioni tra aree continentali che oggi sono tanto distanti tra loro.

Altro esempio di *Cyclopoma gigas* (fig.1c). Quando i fossili si presentano in gran numero sugli strati può significare che si è avuta una moria di massa per le condizioni limite di vivibilità dell'ecosistema che in questo caso era costituito da lagune costiere. Come alcuni di voi già sanno, le lagune si formano perché una parte di mare viene isolata dal mare aperto a seguito ad esempio della formazione di barre sabbiose ad una certa distanza dalla costa; questo sbarramento naturale può generare assenza o scarsità di ricambio delle acque, quindi il ristagno delle stesse ed una mancata ossigenazione, a volte con forte sviluppo di alghe unicellulari che, morendo, producono gas putrefattivi (idrogeno solforato) tossici agli organismi acquatici. Il risultato finale è una moria di massa e, se l'ambiente è ben isolato dal mare, la fossilizzazione è facilitata dall'assenza sia di turbolenza delle acque sia di organismi che rimescolano il fango del fondo.

70 milioni di anni fa. Ci troviamo ancora nella provincia di Salerno, precisamente a ridosso dell'abitato di Trentinara, dove sulla sommità del **Monte Vesole** (fig.2a), nei suoi strati più alti, affiorano crostacei fossili (fig.2b) che sono piccoli gamberi ben conservati e che rappresentano un ritrovamento piuttosto eccezionale in quanto la fossilizzazione di questi organismi è rara, non essendo dotati di un endoscheletro ma bensì di un esoscheletro non mineralizzato, cioè caratterizzato da una cuticola esterna simile a quella degli insetti. Tutto questo significa che l'ambiente in cui è avvenuta la fossilizzazione aveva un bassissimo idrodinamismo sul fondale, ovvero non aveva correnti tali da poter muovere il sedimento. Qui un particolare della diapositiva precedente, dove si osserva il *Palaemon vesolensis* (fig.2c), crostaceo di nuova specie cui abbiamo dato il nome derivandolo dalla località topografica in cui è stato rinvenuto: il Monte Vesole; questo è un modo per dare lustro a località topografiche e comuni dove vengono scoperte nuove specie fossili.

Circa 90 milioni di anni fa. Ci troviamo al Monte Chianello (fig.3a) nella zona più meridionale della dorsale del Monte Vesole appena visto. Lì si distingue una stratificazione particolarmente sottile, tipica dei giacimenti del tipo "plattenkalk", cioè con strati calcarei piatti e frequentemente molto sottili. Nel giacimento, che ricade nel comune di **Magliano Vetere**, potete osservare resti fossili di piante terrestri del genere *Sapindopsis* (fig.3b) le prime ad essere state ritrovate in Italia. Sono importanti sia sotto l'aspetto evolutivo, perché rappresentano una sorta di anello di congiunzione tra le gimnosperme (piante con fiori non visibili) e le angiosperme (piante con fiori), sia sotto l'aspetto paleogeografico, perché indicano la presenza di aree emerse nel tardo Cretaceo e quindi, tra le altre cose, la possibilità di evidenziare affioramenti dove c'è maggiore probabilità di scoprire tracce o resti di dinosauri.

100 milioni di anni fa. Siamo giunti nel Cretaceo inferiore e ci troviamo a **Petina (2)** in provincia di Salerno, all'incirca 35 milioni di anni prima dell'estinzione dei dinosauri. Qui si osserva il panorama che dal paese si può ammirare guardando verso gli Alburni (fig.4a) lungo il cui versante affiorano orizzonti di plattenkalk caratterizzati da calcari in strati sottili con abbondanti fossili di piante terrestri del genere *Pagiophyllum*, conifera primitiva simile per alcuni aspetti alle attuali Araucariacee. La particolarità di questo fossile è che si è conservata addirittura la sostanza organica non mineralizzata che costituisce la struttura fogliare, dalla quale si desume che erano piante dalle foglie molto coriacee. Questi fossili vegetali vengono inquadrati tassonomicamente, cioè classificati, in base alla disposizione degli stomi sulla cuticola. Altra conifera primitiva presente in questo orizzonte fossilifero è *Podozamites*, dalle foglie allungate somiglianti alle attuali *Podocarpus*. *Podozamites* si ritrova sempre più frequentemente nel cretaceo Campano. In fig.4b, un crostaceo di nuova specie e nuovo genere *Alburnia petinensis* che prende nome dalla località in cui è stato ritrovato e cioè Petina. Si tratta di un esemplare interessante perché olotipo, ovvero di un esemplare su cui è stata istituita la nuova specie essendo meglio osservabili i caratteri tipici. Altri crostacei decapodi del giacimento sono invece piuttosto simili alle attuali aragoste e probabilmente correlabili ad alcuni fossili ritrovati in Libano.

La fauna a pesci del sito si presenta molto simile a quella di Pietraraja con qualche specie differente: osservate l'ittiliote *Chanos* (fig.4c); altri piccoli pesci del genere *Clupavus* (fig.4d) teleostei evoluti strutturalmente simili a quelli di oggi; in fig.4e un *Coelodus* ed un *Lepidotes* appartenenti a gruppi primitivi ormai estinti e che avevano scaglie e corazze esterne robustissime.

Restiamo sempre a circa 100 milioni di anni di anni fa, per l'esattezza tra meno 105 e meno 108, ma ci spostiamo a **Pietraroja**, sito di cui oggi molto si parla e che ha raggiunto probabilmente l'acme dell'interesse geopaleontologico soprattutto dopo il ritrovamento dello *Scipionyx samniticus* (fig.5a), la star dei mass media che già conoscete. Il reperto è di enorme interesse scientifico per molti aspetti: tassonomico, fisiologico, paleogeografico, ma importante anche per le implicazioni che può avere per la valorizzazione di questo territorio.

Non solo Pietraroja ma un po' tutta la valle del Titerno rappresenta un museo geologico a cielo aperto (3). In particolare dalla località Le Cavere (fig.5b), a ridosso del parco Geopaleontologico, derivano i maggiori ritrovamenti del sito. L'area è stata recintata e vincolata dalla Soprintendenza, ma in realtà gli affioramenti di pesci fossili e rettili si estendono ben al di fuori della recinzione nell'ordine di diversi chilometri quadri.

In fig.5c osservate reperti paleobotanici cioè piante terrestri. Questi fossili indicano la presenza di terre emerse con vegetazione, premessa essenziale per poter sostenere una popolazione animale terrestre.

In fig.5d il Monte Mutria e le Regie Piane che, con il loro orizzonte di Bauxite coevo ai calcari di Pietraroja, indicano un periodo di emersione dell'area di piattaforma carbonatica, durante il quale particolarmente intensa è stata la dissoluzione dei carbonati ad opera delle abbondanti piogge che si verificavano nel clima tropicale del Cretacico.

Il sito di Pietraroja presenta una ricca fauna costituita da pesci già da tempo studiati da Costa e da D'Erasmus, presenta rettili tetrapodi, tracce fossili e sedimentarie che insieme ci forniscono utili informazioni sulla ricostruzione del passato geologico. In fig.5e un particolare indizio sedimentario costituito da noduli di selce che difficilmente si trovano in una laguna costiera poco profonda al limite con l'area terrestre come era Pietraroja al tempo di *Scipionyx*. Il particolare indica la presenza di biocostruzioni con spugne silicee nei dintorni della laguna e ciò è ulteriormente documentato per la presenza nei calcari a pesci di minuscoli aghetti (fig.5f) prodotti dalle spugne silicee che popolavano il contorno dell'area lagunare. In fig.5g un documento sedimentologico che testimonia le successive emersioni e risommersioni dell'area e di conseguenza la successione degli eventi climatici. In basso a sinistra la superficie, che rappresenta l'ultimo strato dei calcari a pesci di Pietraroja databile a circa 100 milioni di anni fa, è crivellata di buchi riempiti da sedimento di circa 20 milioni di anni fa, quando i dinosauri si erano ormai estinti. Tutto questo testimonia una trasgressione marina, ovvero sull'ultimo strato del Cretaceo di 100 milioni di anni si è depositata una roccia più recente di circa 80 m.a. rispetto al substrato su cui poggia. Questo significa che probabilmente la piattaforma carbonatica più volte è rimasta esposta agli agenti atmosferici che hanno eroso ingenti spessori di sedimenti e più volte è tornata sotto il livello dell'acqua, sino al Miocene, periodo in cui si è inabissata nuovamente per un tempo lunghissimo.

Ma quale metodo utilizziamo per datare la roccia?

Possiamo farlo attraverso la micropaleontologia, scienza che studia i resti di organismi unicellulari, soprattutto foraminiferi ed alghe osservati al microscopio (fig.5h). Ciò è possibile però solo dopo aver preparato la roccia in sezione sottile. Tale approccio sfrutta la legge secondo la quale l'evoluzione è un percorso che non ripete le sue tappe e pertanto, se troviamo una particolare specie di fossile in rocce diverse prelevate in qualunque luogo del pianeta, queste rocce avranno la stessa età. La micropaleontologia è molto utilizzata nella ricerca petrolifera e potete immaginare che goda di un ben più ampio appannaggio economico rispetto alla paleontologia dei vertebrati. La sequenza della struttura granulometrica degli strati di Pietraroja documenta un ambiente lagunare

molto protetto con decantazione lenta dei sedimenti che vi arrivavano dalle aree circostanti. Ciò si evince dalla presenza di lamine millimetriche alla cui base sono granelli grossolani che sfumano verso l'alto (tetto) con granulometrie più sottili fino ad arrivare al top della lamina.

115 milioni di anni fa, prossima tappa, giungiamo nella frazione di **Profeti** in provincia di Caserta alle pendici del monte Maggiore (fig.6a). A mio parere questa è una località d'interesse eccezionale, ma ancora poco conosciuta (4). In fig.6b osserviamo nuovamente una struttura a lamine di calcari marnosi intervallate da strati di "tempesta" ovvero costituiti da sedimenti portati da tempeste e cicloni, simili a quelli che tanto oggi ci preoccupano. Più in dettaglio (fig.6c) si osservano degli intervalli con una laminazione molto fitta, con al di sopra strati con struttura compatta. Questi ultimi sono strati di tempesta, mentre le fitte lamine rappresentano la normale sedimentazione nel bacino lagunare. In corrispondenza di questi livelli troviamo ancora una volta fossili di piante terrestri tra cui la conifera *Brachiphyllum* (fig.6d), di cui si rinvenivano talora anche piccole pigne; sono inoltre molto frequenti i pesci e le loro parti disarticolate. (Fig.6e) *Coelodus*, specie già presente a Petina ma con la differenza che qui, essendoci esemplari sia giovani (di lunghezza al di sotto del centimetro) che adulti, è possibile studiare la progressiva ossificazione nel corso della crescita e ciò riveste anche implicazioni sul processo evolutivo nell'ambito di questo gruppo di pesci. In fig.6f osserviamo una superficie tappezzata di frammenti ossei ed alcuni esemplari che sono stati studiati in dettaglio consentendo l'individuazione di un nuovo genere di pesce Macrosemiide: il *Liberichtys borbonicus*. In fig.6g si osserva una superficie di strato costellata da pesci appartenenti al genere *Clupavus*, presente anche a Pietraroja e a Petina. A Profeti la particolarità consiste nell'alta concentrazione di questi esemplari che documenta un ambiente lagunare più chiuso e quindi maggiormente prossimo alle terre emerse di quanto non fosse la laguna di Pietraroja e quindi anche qui c'è la possibilità di ritrovare rettili e dinosauri. In fig.6h osserviamo delle coproliti, cioè escrementi di organismi che forniscono informazioni sull'attività biologica e quindi consentono di ricostruire la catena alimentare.

120 milioni di anni. Ci troviamo in provincia di Salerno a **Castellamare di Stabia** (5) che rappresenta uno dei classici siti geopaleontologici del cretaceo campano perché tra i primi studiati in epoca Borbonica insieme a Pietraroja. Si tratta di un giacimento oramai impraticabile, in quanto i fossili, pesci e vegetali, affiorano lungo una parete verticale alta circa 150 metri (fig.7a). Tuttavia è stato possibile raccogliere importanti informazioni. Tra gli esemplari tipici di questo giacimento *Stemmatodus Rhombus* (fig.7b).

165 milioni di anni. Ci spostiamo in provincia di Caserta in località **Sasso** di recentissima scoperta paleontologica con faune giurassiche ancora tutte da studiare e quindi geologicamente correlabili con i giacimenti dell'area di Solnhofen. Oltre a pesci, sono presenti crostacei (fig.8) simili a quelli esposti al Jura Museum di Eichstätt.

Siamo giunti così al termine del nostro viaggio attraverso il tempo geologico che conserva nelle rocce testimonianze della vita che ha abitato nel lontano passato i domini paleogeografici che hanno dato origine alla catena appenninica. Siamo giunti a un tempo quando esistevano solo alternanze di bacini e piattaforme carbonatiche bagnate da un antico oceano chiamato Tetide.

Tanti bei fossili, siti di grande interesse scientifico, ma allo stato attuale, per l'uomo "comune", quello che vuole conoscere il proprio territorio ed il suo passato geologico e biologico, è possibile vedere ben poca cosa o talora nulla perché mancano adeguati

musei locali e tanto meno esiste una strutturazione dei siti tale da consentirne la visita e la coltivazione ai fini scientifici. Per molte delle località illustrate siamo in realtà ancora ad una prima fase in cui è necessario svolgere ricerca e catalogare il materiale, ma ritengo che contemporaneamente sia necessario divulgare queste ricerche e sicuramente dar vita ad una rete museale locale per un primo concreto passo in direzione della valorizzazione dei luoghi descritti.

A **Cusano Mutri** intanto qualcosa abbiamo fatto, istituendo il Museo Civico del Territorio (**fig.9a**) che raccoglie una interessante collezione di fossili tra cui i calchi, praticamente simili agli originali, dei pesci e rettili di Pietraroja più significativi, studiati da grandi ricercatori quali Oronzo Gabriele Costa e Geremia D'Erasmus. Allo stato attuale questo piccolo museo (**6**), con la sua collezione geopaleontologica (**fig.9b**), le attività di visita guidata sul territorio (**7**) e la didattica in laboratorio, rappresenta al momento l'unico luogo di documentazione sull'importante sito di Pietraroja e sul territorio del Matese orientale.

In attesa di “grandi strutture” museali che potranno appieno valorizzare queste particolarità della nostra regione, è a mio parere importante dimostrare che si può fare cultura di buon livello anche con limitatissimi investimenti finanziari.

Ringrazio per l'attenzione.

Domanda

Nel suo intervento abbiamo visto che in Campania affiorano fossili di piante terrestri. Perché lo studio della paleobotanica ha assunto in Italia negli ultimi anni maggior interesse ?

Risposta

Perché anche le piante terrestri indicano la presenza di terre emerse e quindi una maggiore probabilità di ritrovare dinosauri che erano anche loro esseri viventi terrestri. In Italia l'interesse per la paleobotanica mesozoica è accresciuto perché sono sempre più frequenti i ritrovamenti di dinosauri o piste di dinosauro dopo il ritrovamento di *Scipionyx saminiticus* a Pietraroja e le impronte ad Altamura in provincia di Bari.

Domanda

I fossili di nuovo genere e/o nuova specie da Lei ritrovati e studiati hanno assunto generalmente il nome sulla base della località geografica in cui affioravano, ma in particolare un nuovo genere di pesce, il *Liberichtys borbonicus*, come dice la parola stessa, prende spunto dall'opera dei Borboni. Perché?

Risposta.

I Borboni, a parte i difetti, certamente avevano molto a cuore la paleontologia; basti pensare che Scipione Breislak, studioso alle dipendenze di Ferdinando II di Borbone, fu il primo a descrivere i fossili di Pietraroja in un suo lavoro (**8**) che dedicò alla regina Margherita.

Approfondimenti consigliati

- (1) www.apat.gov.it - APAT — Agenzia di Promozione dell'Ambiente e dei servizi Tecnici. — Stato dell'arte della elaborazione della cartografia geologica ufficiale in scala 1:50.000 (Progetto CARG) aggiornato al 4/6/2004.
- (2) Bravi S.; Garassino A. (1997): "Plattenkalk" of the Lower Cretaceous (Albian) of Petina, in the Alburni Mounts Campania S Italy and its decapod crustacean assemblage. - Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. 138; 1-2, Pages 89-118. 1997.
- (3) Bravi S., Garassino A. (1998) – New biostratigraphic and palaeoecologic obsrvations on the “Plattenkalk” of the Lower Cretaceous (Albina) of Pietraroja (Benevento, Italy), and its decapod crustaceans assemblage. Atti Soc. It. Sci. Nat. Milano. 138/97 (I-II): 119-171.
- (4) Bravi S., Garassino A. (1997) – The Lower Cretaceous “Plattenkalk” of Profeti (Caserta, Southern Italy): first stratigraphic, sedimentological, palaeontological account and its decapod crustacean assemblage. Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano, Milano.
- (5) Bravi S., De Castro P., (1995) - The Cretaceous fossil fishes level of Capo d'Orlando, near Castellamare di Stabia (NA): biostratigraphy and depositional environment. Mem. Sci Geol., 47 (1995), pp. 45-72, figg. 6, tavv. 14.
- (6) www.museocusano.it - Sito del Museo Civico del Territorio di Cusano Mutri con sezioni dedicate alla paleontologia, storia della civiltà contadina, botanica con particolare riguardo alla micologia.
- (7) Bravi S., Del Re M.C. (2001) – L'escursione al Parco Geopaleontologico di Pietraroja e la Valle del Titerno – Edito dal Museo Civico del territorio di Cusano Mutri (Benevento)
- (8) Breislak S. (1798) – Topografia fisica della Campania pp. 1-367. Firenze.



(a)



(b)



(c)

Fig.1 - Cinquanta milioni di anni fa. – Ottati (Salerno) - (a) Un sentiero dei Monti Alburni - (b) Numerosi resti di pesci fossili appartenenti a *Cyclopoma gigas* affioranti su una superficie di strato fortemente abrasa dall'erosione – (c) Esemplare di *Cyclopoma gigas* eccezionalmente conservato.

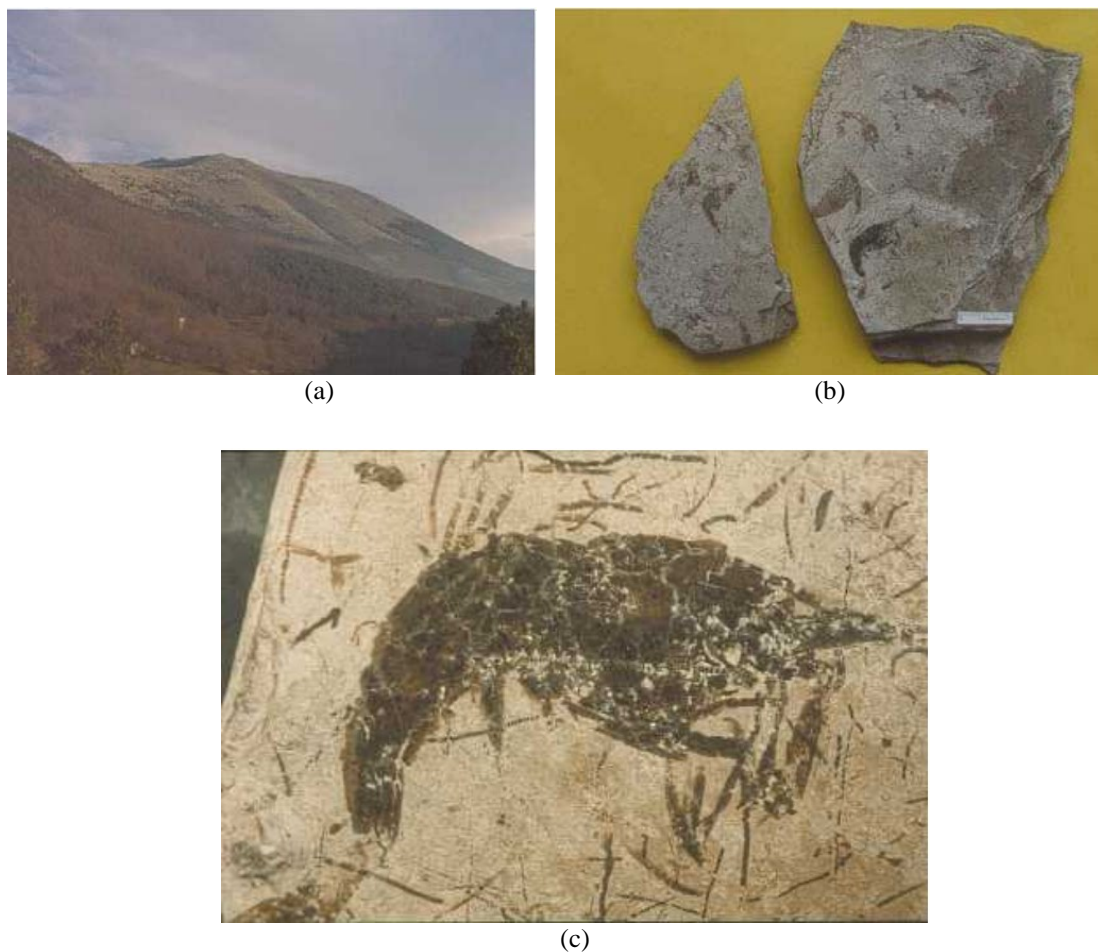


Fig. 2 – Settanta milioni di anni fa – Dorsale calcarea del Monte Vesole (Salerno) – (a) Panoramica del Monte Vesole – (b) Piccoli gamberi eccezionalmente ben conservati che affiorano sulla sommità del Monte Vesole – (c) Esemplare di crostaceo *Palaemon vesolensis* (particolare della figura 2b).

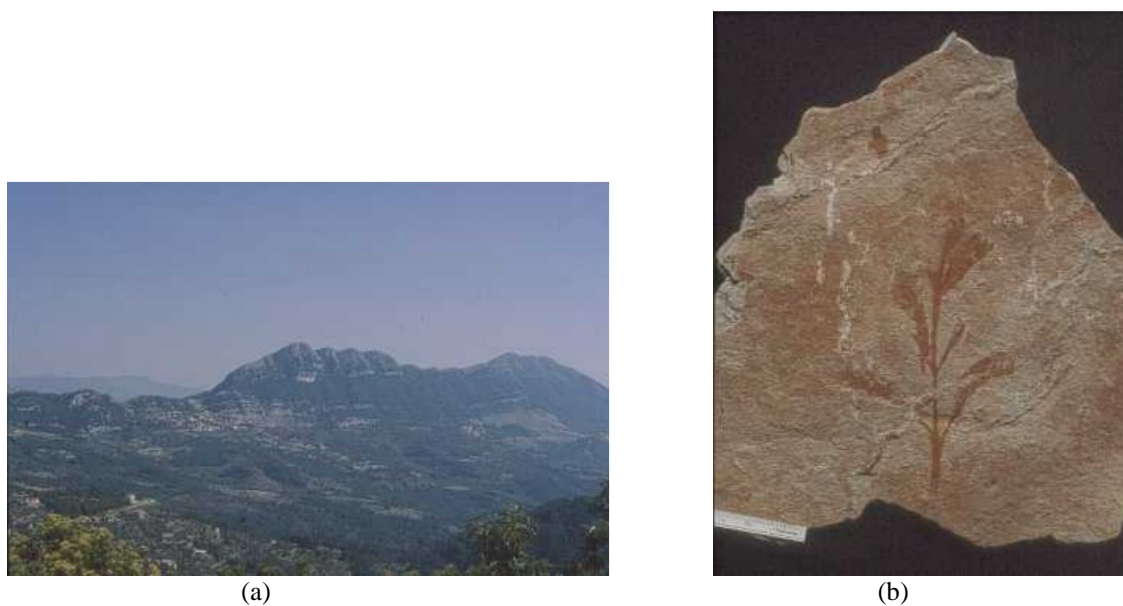


Fig. 3 – Novanta milioni di anni fa. – Dorsale calcarea del Monte Vesole (Salerno) – (a) Monte Chianello – (b) Esemplare *Sapindopsis* pianta terrestre anello di congiunzione tra gimnosperme ed angiosperme.

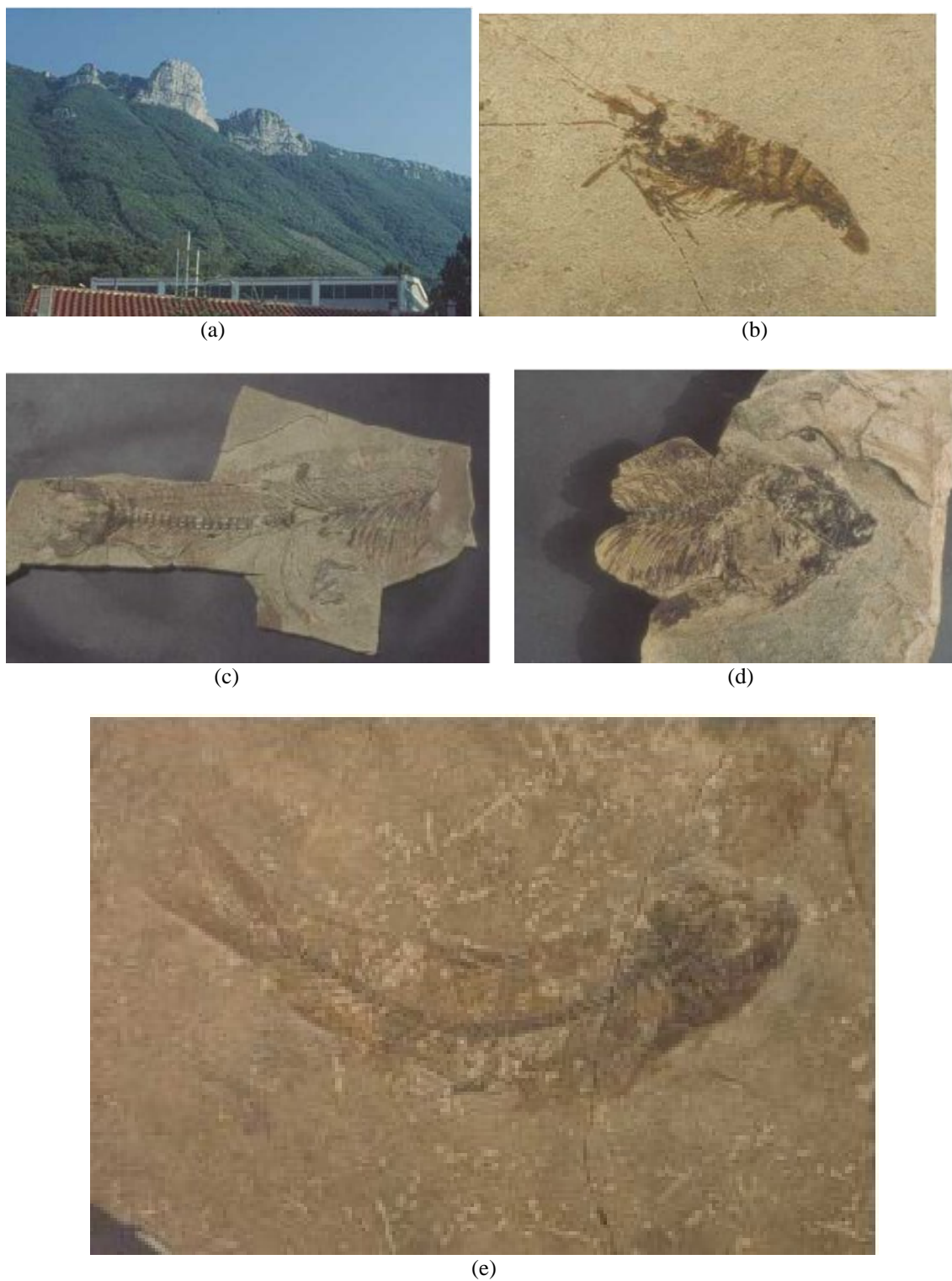


Fig. 4 – Cento milioni di anni fa. – Petina (Salerno) – (a) Versante calcareo dei Monti Alburni visto da Petina con affioramenti di Plattenkalk – (b) Crostaceo *Alburnia petinensis* (olotipo) – (c) Pesce *Chanos* (corpo privo di testa) – (d) Pesce *Chanos* (la testa) – (e) Pesce *Clupavus*.

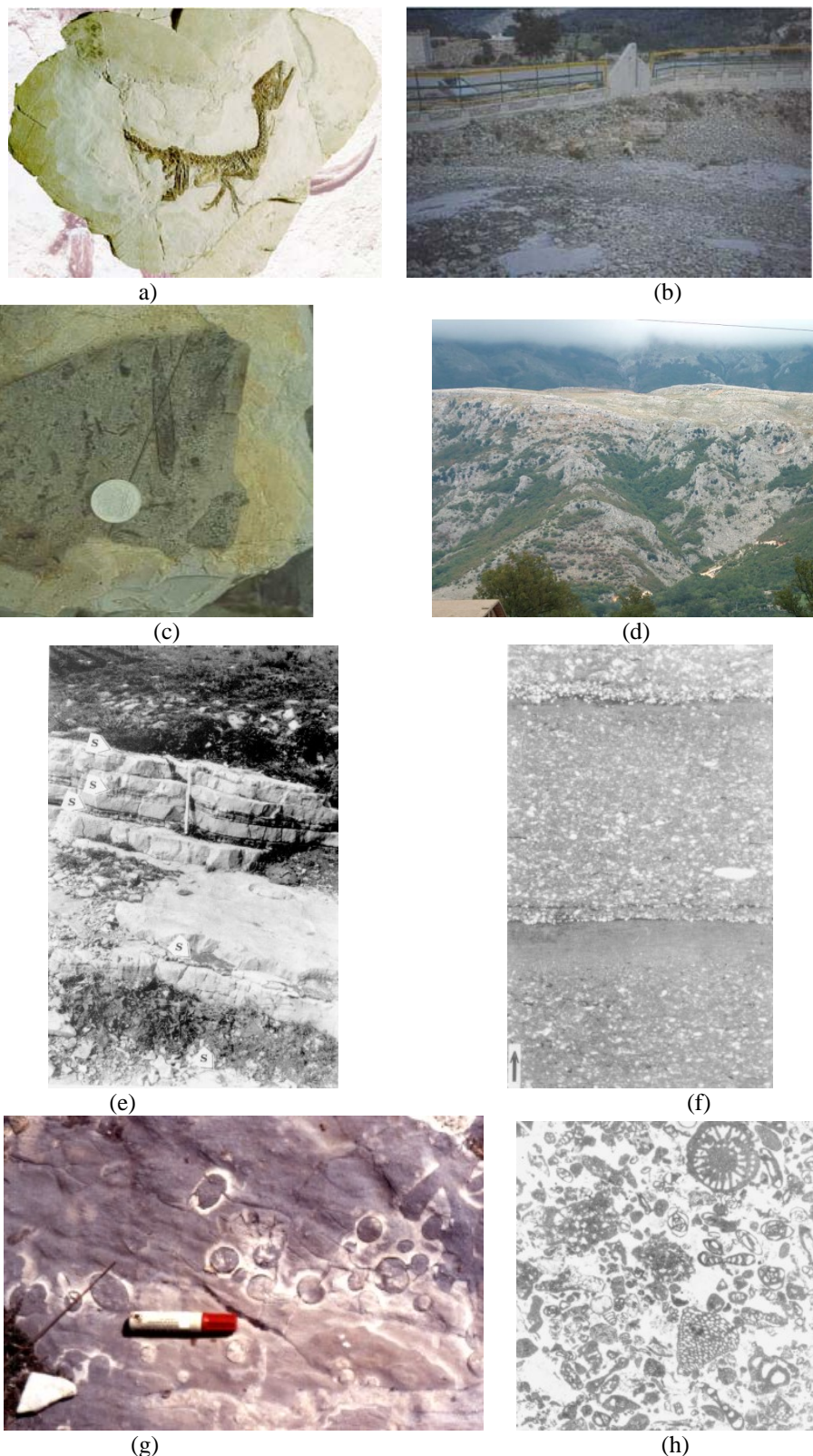


Fig. 5 – Cento milioni di anni fa. - Pietraroja (Benevento) – (a) *Scipioyx samniticus* il primo dinosauro carnivoro scoperto in Italia – (b) Le Cavere a ridosso del Parco Geopaleontologico di Pietraroja. – (c) Esemplari di piante fossilizzate – (d) Gli orizzonti bauxitici (rossastri) del Monte Mutria e delle Regie Piane – (e) Strati di selce che indicano probabilmente la presenza di biocostruzioni a spugne silicee nei pressi della laguna di Pietraroja– Microlaminazione negli strati osservati al microscopio, con resti di spugne silicee – (g) Effetti delle trasgressioni marine a Pietraroja: bioerosione dovuta ai litodomi (datteri di mare). – (h) Foraminiferi osservati al microscopio.

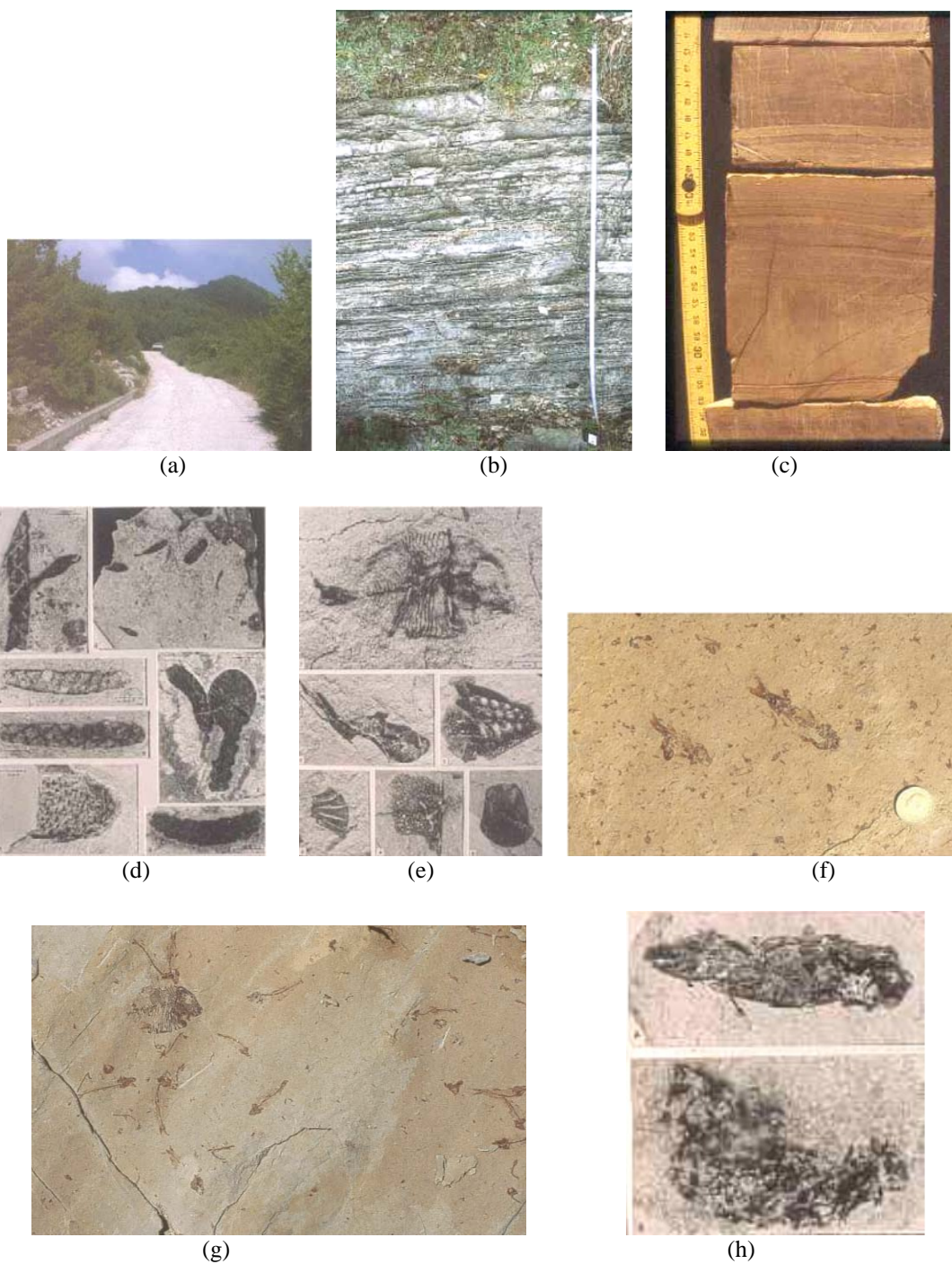


Fig. 6 – Centoquindici milioni di anni fa – Profeti (Caserta) – (a) Un sentiero alle pendici di Monte Maggiore – (b) Sequenza stratigrafica dei calcari marnosi intervallati da livelli di “tempesta” – (c) Intervalli a laminazione molto fitta – (d) *Brachiphyllum* conifera fossile – (e) *Coelodus* ittiolite – (f) *Liberichtys borbonicus* nuovo genere di ittiolite – (g) *Clupavus*, pesce fossile – (h) Coproliti (escrementi fossilizzati).

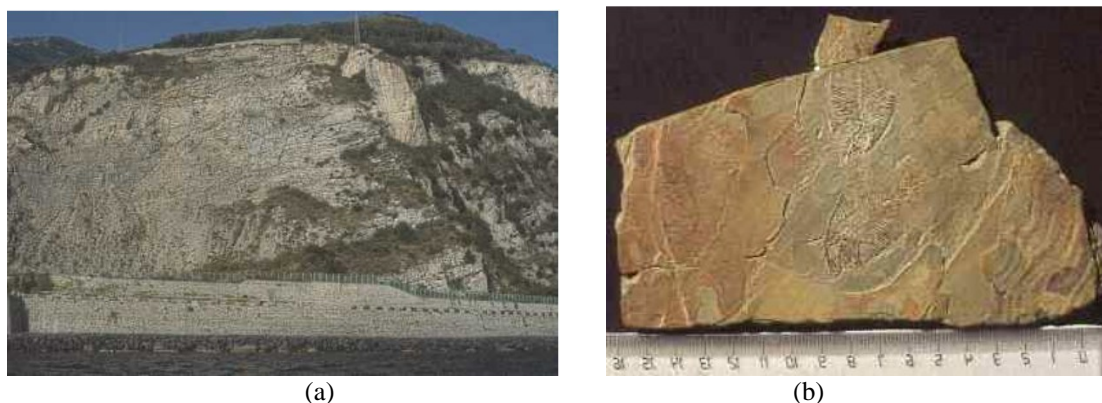


Fig.7 – Centoventi milioni di anni – Castellamare di Stabia (NA) – (a) Punta Orlando. Primi affioramenti paleontologici studiati in Campania – (b) *Stenmatodus Rhombus* tipico pesce del giacimento.

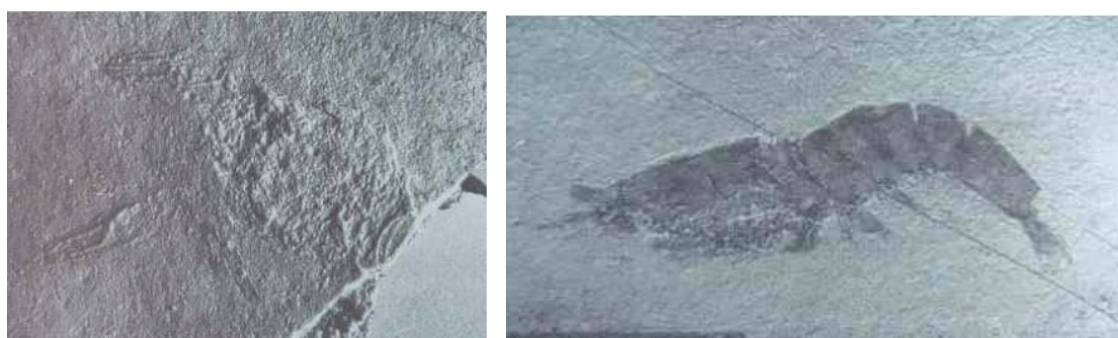


Fig. 8 – Centosessantacinque milioni di anni fa – Sasso (Caserta) – Crostacei giurassici probabilmente correlabili con i giacimenti dell'area di Solnhofen (Germania)



Fig. 9 – Cusano Mutri (BN) – Museo Civico del Territorio
(a) Ingresso al museo - (b) collezione paleontologica.

La paleontologia incontra l'arte

Prof.ssa Ines D'Angelo

Preside Istituto Statale d'Arte "N. Giustiniani" Cerreto Sannita - Benevento

La cultura scientifica della ricerca promuove la conoscenza che affiora nel nostro inconscio e si esprime attraverso i giovani che in gran numero questa mattina presenziano in sala. È per questo che abbiamo voluto partecipare con grande entusiasmo ed interesse sia con *l'Istituto d'Arte di Cerreto Sannita* che con *l'Istituto Tecnico di San Salvatore Telesino*. Cedo la parola al signor Luigi Romano che illustrerà gli aspetti tecnici ed artistici che hanno rivestito il calcari fossiliferi di Solnhofen.



Luigi Romano, nato a Benevento nel 1953, consegue il diploma Perito Industriale Capotecnico con specializzazione in arti grafiche, presso l'I.T.I.S. "G.B.Bodoni" di Torino.

Ha lavorato per le Arti Grafiche Ricordi di Milano, il Poligrafico Campano di Benevento, la Poligrafica Ruggiero di Avellino. Dal 1986 è titolare de Il Chiostro Arti Grafiche in Benevento, dal 1990 fonda e dirige le Edizioni il Chiostro di Benevento.

È stato docente di un Corso di fotografia presso il SERT di Benevento; docente di tecniche di stampa ad un Corso di Formazione Professionale per grafico pubblicitario della Regione Campania presso UGL di Benevento; docente in un Corso di

Formazione Professionale in tecniche grafiche della Regione Campania, presso la Casa Circondariale di Benevento; consulente di Video Team (Studio di pubblicità Videografica) Benevento; Flash Print (azienda grafica ex Legge 44) Benevento; I.G.S. s.r.l. (Industria Grafica Sannita) Morcone (BN); Edizioni d'Arte Parente - Benevento.

Con le Edizioni Il Chiostro, facendo leva sul retaggio storico ed artistico che il territorio su cui opera offre, tende a stimolare quanti, scrittori, poeti, artisti e operatori culturali, cercano di dare un apporto alla cultura in generale, italiana e regionale in particolare. La sua produzione editoriale raccoglie circa ottanta titoli, tra i quali: raccolte varie di poesie; romanzi; ricerche storiche e documentazioni; cataloghi di artisti, pittori, scultori; indagini geologiche e paleontologiche; ricostruzioni storiche di piccoli centri della provincia; teatro; valorizzazione dei monumenti attraverso una rilettura di artisti sia della grafica che della parola.

Il calcare di Solnhofen nella tecnica litografica. La scoperta di Alois Senefelder

Luigi Romano
info@edizioni-ilchiostro.it

La pietra naturale di Solnhofen è un calcare a lastre che si trova in Germania, nella regione della Baviera.

Essa si distingue per una elevatissima resistenza alla compressione, nonché per la finezza e l'omogeneità della sua grana che l'hanno resa universalmente nota come pietra litografica.

Durante questo convegno abbiamo avuto modo di apprendere, dalla voce degli studiosi che si sono avvicendati nelle giornate precedenti, l'importanza del sito geopaleontologico di Solnhofen, per il rinvenimento di fossili eccezionalmente conservati e del più antico esemplare di uccello, detto *Archaeopteryx*, databile al tardo Giurassico, cioè a circa 150 milioni di anni fa. Il paleontologo Hermann von Meyer aggiunse al nome *Archaeopteryx* l'aggettivo *lithographica*, proprio per ricordare che il calcare di Solnhofen aveva in quegli anni (siamo a metà del XIX secolo e precisamente nel 1861) un vastissimo utilizzo in una nuova tecnica di stampa: la litografia. Questo termine deriva etimologicamente dal greco antico, in cui *lithos* significa pietra e *graphé* significa scrittura.

Il giacimento calcareo era già conosciuto e sfruttato fin dall'età romana e le pietre estratte erano impiegate per iscrizioni su lapide e come materiale per uso edilizio destinato a rivestimenti pregiati, utilizzo per il quale è segnalata una grande richiesta ancora ai nostri giorni.

Nel corso del 1700 le pietre a base calcarea erano già state usate da artisti e incisori in alcune tecniche di stampa e già da tempo le pietre venivano incise con acidi e lavorate ad imitazione delle incisioni su legno come per la silografia. Si ottenevano così dei disegni in rilievo e si potevano effettuare riproduzioni in più copie.

Nel 1796 Alois Senefelder, un drammaturgo di Praga dedito all'attività teatrale, sia come autore che come attore, spinto dal desiderio di provvedere in proprio alla stampa della sua produzione, ricercò un sistema nuovo e più economico per raggiungere il suo scopo.

Fece esperimenti di scrittura a rovescio su lastre metalliche ricoperte di vernice, che incideva con l'acquaforte (calcografia), ma il procedimento si rivelò ancora molto costoso per l'impossibilità di riutilizzare le lastre incise. In seguito sostituì alle lastre una pietra calcarea tratta dalle cave di Solnhofen e per un caso fortuito o per una geniale intuizione scoprì una nuova tecnica, basata su un fenomeno già ben conosciuto fin dall'antichità e cioè la reciproca incompatibilità e repulsione tra l'acqua e le sostanze grasse.

Lo stesso Senefelder in un trattato sulla litografia scritto più tardi, nel 1818, dedicato al re di Baviera, Massimiliano Giuseppe, così racconta la casualità dell'eccezionale scoperta:

“Un giorno, appena terminato di ripulire una pietra per stendervi successivamente il mastice e continuare i miei esperimenti di scrittura alla rovescia, mia madre venne a chiamarmi perché le scrivessi la lista della biancheria. Non c'era carta a portata di mano. Pensai così istantaneamente di scriverla su un pezzo di pietra usando l'inchiostro ch'io conservavo per i miei lavori di stampa e ch'era composto di cera, sapone e

nerofumo. Quando volli asciugare lo scritto mi venne folgorante l'idea di conoscere che cosa sarebbero diventate le lettere tracciate col mio inchiostro se avessi versato sulla superficie un acido e contemporaneamente avessi tentato di annerirlo, come si fa per i caratteri da stampa o il blocco di legno per la silografia. (...) Mi occupai quindi del miglior modo di inchiostrare la pietra. Presi un tampone fatto di crini e ricoperto di un foglio di sottilissimo cuoio e, soffregatolo fortemente con inchiostro, ottenuto da olio di lino molto denso e nerofumo, passai il tampone sulla parte non attaccata dall'acido. Le lettere presero benissimo la tinta. (...) Lavai quindi la tavola con acqua e sapone, tesi maggiormente il cuoio, la inchiostrai più leggermente e la sporcizia che era rimasta scomparve persino negli spazi superiori alle due righe...".

Nel 1799 Senefelder diffuse la sua invenzione e negli anni seguenti andò sempre migliorandola tecnicamente.

I principi sfruttati da Senefelder che condussero all'invenzione della tecnica litografica sono: la facilità dell'acqua di imbibire la superficie della pietra calcarea, non stabilendo tuttavia con essa un'intima aderenza; la forte aderenza dei grassi e delle resine (come per esempio la matita grassa, le resine saponate, le resine collate) alla superficie della pietra calcarea; l'affinità dei grassi e delle resine, impresse sulla superficie calcarea, agli inchiostri a base grassa e la loro repulsione all'acqua.

La litografia si esegue principalmente secondo quattro tecniche: l'autografia, il disegno a penna, il disegno a matita, l'incisione.

Nell'autografia l'artista esegue il progetto su carta speciale, detta da trasporto o autografica; il disegno, eseguito con speciale matita grassa o matita litografica, si pressa sulla lastra levigata. La lastra in questo modo assorbe il segno della carta da trasporto autografica. Una volta trasportato il disegno, la pietra viene bagnata con acqua. Al disegno aderirà l'inchiostro necessario per la stampa. Sulle altre zone della superficie bagnata l'inchiostro non attacca, perché la pietra risulta idrofila e oleorepulsiva. L'inchiostro da stampa è invece oleoso e si attacca ai segni della matita grassa che sono oleofili o lipofili. Il principio fondamentale del procedimento litografico è infatti, come ho già detto, l'incompatibilità dell'acqua per il grasso.

Il disegno a penna e il disegno a matita si eseguono direttamente sulla pietra levigata e protetta con un leggero velo di talco, poi rimosso nella preparazione della pietra per la stampa; le due tecniche danno ovviamente risultati diversi: più dura e dai chiaroscuri più netti, quella a penna, più morbida e dalle sfumature più dolci quella a matita.

La tecnica dell'incisione su pietra è molto simile a quella eseguita sulle lastre di metallo nella calcografia. Usando delle morsure acidose, l'acido "scava" le zone non destinate alla stampa e quindi non protette, mentre quelle disegnate vengono protette da inchiostro o da bitume di giudea e quindi non sono attaccate dall'acido stesso. La tecnica di preparazione è simile a quella dell'incisione, ma la stampa è simile a quella tipografica, cioè a rilievo.

Si capisce dunque perché il procedimento litografico venne definito dal suo stesso inventore, Senefelder, stampa per affinità chimica, o brevemente stampa chimica, distinguendola così da quella tipografica (che è stampa a rilievo) e da quella calcografica (che è stampa ad incavo), che si dicono stampa fisica.

Nel suo evolversi la tecnica litografica realizzò, ad opera di Goffredo Engelmann, i primi esperimenti di cromolitografia, cioè litografia a colori: il procedimento consiste nel preparare tante pietre quanti erano i colori da riprodurre, poi, sovrapponendo i vari colori, si ottiene una stampa policromatica.

Inizialmente il modo di stampa somigliava molto al metodo tipografico, in quanto le parole, il disegno o le note musicali risultavano in rilievo perché l'acidulazione della pietra abbassava il livello delle parti non stampanti. Il metodo però risultava meno complesso di quello tipografico, e perciò più a buon prezzo. Senefelder, aiutato da editori quali Falter e André, da musicisti come Gleissner e Weber, interessati alla scoperta, continuò la sua attività perfezionandola soprattutto nella stampa della musica, che era il vero primo scopo che perseguiva. Infatti, il sistema di stampa tipografico usato fino a quel momento, mentre aveva risolto i problemi di composizione del testo con l'invenzione di Gutenberg, non aveva soluzioni accettabili per composizione della musica destinata alla stampa.

A proposito lo stesso Senefelder scrive: "Un frammento di musica mal stampata, tratta da un vecchio libro di inni religiosi, mi diede l'idea che avrei potuto fare meglio io, con il nuovo mezzo, di quanto non si era fatto con il vecchio".

Quindi la litografia nacque soprattutto come sistema sussidiario per la stampa di musica. Infatti il primo saggio stampato da Senefelder fu una Marcia per il corpo delle truppe d'assalto bavaresi datata 1796; al 1798 risale la stampa dello spartito del "Flauto Magico" di Mozart.

Senefelder cominciò a girare l'Europa in lungo e in largo per diffondere la propria scoperta accorgendosi ben presto, però, che le fragili pietre di Solnhofen erano ingombranti e difficili da trasportare. Tentò così di usare altri materiali che avessero le stesse caratteristiche, come i cartoni litografici sperimentati a Londra per la stampa dei tessuti, ma ben presto abbandonò l'idea perché i risultati non furono buoni.

Anche Senefelder, come già tre secoli e mezzo prima Gutenberg, compì i suoi esperimenti su un torchio da lui stesso costruito. Infatti il torchio calcografico da lui inizialmente usato comportava degli inconvenienti, come il frequente rompersi della pietra per la forte pressione che bisognava esercitare per far aderire l'inchiostro alla carta. Con il metodo litografico la pressione occorrente era molto limitata per la facilità che aveva l'inchiostro di ancorarsi alla carta e quindi la pietra era sottoposta a meno sollecitazioni e rotture.

Nel 1817, Senefelder presentò all'Accademia delle Scienze di Monaco un modello di torchio che semplificava e velocizzava le operazioni di stampa. Questo torchio segnò il primo vero distacco dal lavoro litografico artigianale e ci si avviò ad una vera e propria produzione industriale.

Il nuovo procedimento per la stampa musicale interessò anche l'editore Giovanni André di Offenbach, che nell'autunno del 1799 incontrò Senefelder a Monaco e apprese con meraviglia come nel breve volgere di un quarto d'ora fosse possibile stampare 75 fogli. L'inventore, per 2000 fiorini, s'impegnò a rivelargli i segreti di lavorazione e a recarsi ad Offenbach, portando con sé un torchio litografico, allo scopo di addestrare il personale alla stampa e di insegnare come eseguire i disegni sulle pietre.

Offenbach divenne ben presto il primo fra i vari centri litografici. Seguirono Londra, con l'editore Novello, che pur tanto s'era battuto per la musica stampata e composta con il sistema tipografico, poi Parigi, Berlino, Lipsia e Vienna, città ancor oggi sede di case editrici musicali di rinomanza mondiale.

In Italia, dopo Giuseppe de Wertz, fu soprattutto Giovanni Ricordi, fondatore della gloriosa casa musicale, a sfruttare la nuova tecnica per la stampa della musica. Egli iniziò la sua impresa con un modesto torchio calcografico acquistato in Germania, dove si era recato per apprendere il metodo litografico.

La storia di Giovanni Ricordi è particolarmente significativa in Italia e parte dalla necessità di riprodurre gli spartiti musicali delle opere rappresentate nei grandi teatri italiani, soprattutto La Scala di Milano, dove Giovanni svolse, da giovane, la funzione di custode; egli si pose il problema di come ricopiare gli spartiti da lui custoditi per le successive rappresentazioni che puntualmente gli venivano richiesti.

Venne a conoscenza del nuovo sistema di riproduzione e ne esplorò le possibilità... fu la sua fortuna!

La storia di Giovanni Ricordi mi è particolarmente cara, avendo io svolto l'attività di stampatore per circa quindici anni presso le Arti Grafiche Ricordi. Lì è tuttora custodito il torchio da stampa ed alcune pietre litografiche da lui usate.

Come l'invenzione della stampa ha prodotto una delle più grandi rivoluzioni al mondo ed ha facilitato i progressi dell'apprendimento umano, così, nel campo dell'arte, la litografia ha prodotto un ampliamento del sapere e l'immagine moltiplicata è divenuta patrimonio popolare e inalienabile.

Non a caso il perfezionamento delle tecniche grafiche avvenne nel corso del 1700, il secolo dei lumi, della rivoluzione industriale, della rivoluzione francese, che hanno suscitato una richiesta sempre maggiore di informazione e di cultura ed hanno visto una diffusione dei prodotti editoriali, come libri, giornali, cataloghi e manifesti pubblicitari.

Si capisce facilmente perché la litografia diventò ben presto tra le più usate delle tecniche grafiche, ed uno dei principali strumenti di diffusione delle idee progressiste presso strati sempre più vasti di pubblico: il procedimento litografico si caratterizza per rapidità ed economicità, dal momento che la stessa lastra si può reimpiegare parecchie volte. Si possono tirare migliaia di copie e l'ultima riesce bella al pari della prima.

Alla sua nascita la litografia venne impiegata con compiti di riproduzione di celebri opere pittoriche, ma in seguito molti artisti sperimentarono opere originali. Venivano riprodotti soprattutto illustrazioni di scene di viaggi, carte geografiche, ritratti.

La litografia fu impiegata con grande successo specialmente in Francia, e divenne in breve uno dei mezzi prediletti per illustrare i libri. Artisti come Dorè, Redon, Daumier illustrarono libri di autori come Poe, Flaubert, Baudelaire, Mallarmè.

In Italia la litografia fece la sua apparizione negli anni del dominio francese.

Nel 1808 fu introdotta a Roma da Giovanni Dell'Armi, e a Milano da Giuseppe De Werz. La prima stampa litografica a noi nota uscita dalla Poliautografia De Werz fu la rappresentazione di un evento contemporaneo: la festa tenuta ai giardini pubblici di Milano il 26 maggio 1808 in occasione dell'anniversario dell'incoronazione di Napoleone a Re d'Italia.

Nel XIX secolo in Italia lavorano artisti come Appiani, Longhi, Camuccini, Pinelli, Hayez. Francesco Hayez può essere considerato il maggiore dei nostri litografi. Nella sua vastissima produzione litografica possiamo ricordare le tavole che illustrarono l'*Ivanhoe* di Walter Scott e tra queste era incluso uno dei suoi capolavori, un autoritratto. In esso traspare chiarissima la coscienza ideologica dell'indipendenza dell'artista. Rispetto al ruolo tradizionale l'incisore riveste infatti un ruolo nuovo, affrancato dal rapporto di subordinazione alla committenza, sottoposto liberisticamente invece ai meccanismi del mercato e ad una conseguente oggettività di giudizio.

La litografia è una tecnica tanto complicata nel principio e nell'invenzione quanto semplice nell'utilizzo; si applicarono all'incisione originale, artisti come Goya, Manet, Renoir, Toulouse-Lautrec, Cézanne, Gauguin e più tardi Munch, Klee, Kandinskij, Picasso, Braque, Matisse. Molti altri fino all'era moderna si sono rivolti alla tecnica litografica per esplorarne le possibilità espressive. Tra i più grandi artisti contemporanei

ricordiamo Mimmo Paladino, nostro conterraneo, che ha eseguito alcune opere con la tecnica litografica su pietra.

L'impiego dei colori nel procedimento litografico portò, come ho già detto, a perfezionare fin dal 1837 la tecnica della cromolitografia, che consentì la realizzazione di stampe a colori e permise lo sviluppo di un nuovo tipo di immagine pubblicitaria, in Francia l'*affiche*, il manifesto, uno dei mezzi più diffusi e ampiamente sperimentati del XIX secolo. Esso rispondeva adeguatamente alle esigenze della comunicazione: sollecitava nell'osservatore un coinvolgimento percettivo ed emotivo amplificato spesso dalla moltiplicazione dello stesso 'messaggio-segnalet' nel paesaggio urbano.

I grandi manifesti si caratterizzarono per un'illustrazione di forte suggestione pittorica.

In particolare le ricerche di Henri de Toulouse-Lautrec (1864-1901), che a partire dal 1885 realizzò oltre 300 litografie, si rivolsero all'identificazione di un nuovo linguaggio del manifesto: sono celebri il *Moulin Rouge*, *Divan Japonais* e *Aristide Bruant* del 1893. Lo sguardo dell'osservatore viene catturato dal segno deciso, dalle silhouette pronunciate delle figure, dalle accese campiture a tinte piatte, dalle opposizioni di bianco e di nero.

Alla litografia va il merito di aver reso possibile la stampa del disegno bene quanto il carattere tipografico e molto ha contribuito alla diffusione della stampa pur essendo parsa all'inizio come qualcosa d'improvvisato e quasi di imprevisto.

La tecnica litografica subì nel corso degli anni miglioramenti e modifiche. Già nel 1866 Carlo Amedeo Rödler permise, con il decalco su lastra metallica, anziché su pietra, di aumentare sensibilmente la velocità di stampa.

Agli albori del ventesimo secolo, viene sperimentato un nuovo tipo di stampa derivato dalla litografia, la stampa offset.

L'offset è caratterizzata da due aspetti principali: in primo luogo, non si adopera più la pietra, ma una lastra metallica (una lega di alluminio-zinco) che levigata in superficie si trova ad avere le stesse proprietà della pietra calcarea; in secondo luogo, la stampa non avviene più in modo diretto, cioè dalla lastra alla carta, ma in modo indiretto, cioè la stampa avviene attraverso un supporto morbido, il caucciù. Ed infatti in lingua inglese *to offset* significa "contrapporre, fronteggiare".

Inoltre, usare materiale più leggero e molto flessibile ci permette di usare macchine da stampa più veloci, le rotative.

Con l'avvento della fotografia che ha dei legami molto forti con il processo litografico, la stampa offset si evolve rapidamente ed è continuamente in evoluzione.

La fotografia, che dagli originali supporti di vetro è passata a supporti acetati con impresse immagini ad alto contrasto, ha permesso di fissare, con l'uso di lampade, l'immagine stessa sulle lastre di stampa offset opportunamente presensibilizzate con bitume di giudea o albumina.

Il processo si è automatizzato e velocizzato; con le nuove applicazioni della chimica e l'uso di nuovi materiali derivati dal petrolio, la stampa offset è diventata il sistema di stampa più diffuso e più economico, facendo diventare obsolete le altre tecniche di stampa.

Gli originalissimi disegni di Louis Rey, che andremo a vedere tra poco, possono essere fotografati e riprodotti con la stampa offset.

Anche la stampa dei giornali oggi avviene quasi esclusivamente con il sistema offset, grazie all'evoluzione delle macchine da stampa che hanno raggiunto notevoli velocità, 25.000 fogli-ora. Inoltre le migliorate caratteristiche chimiche degli inchiostri

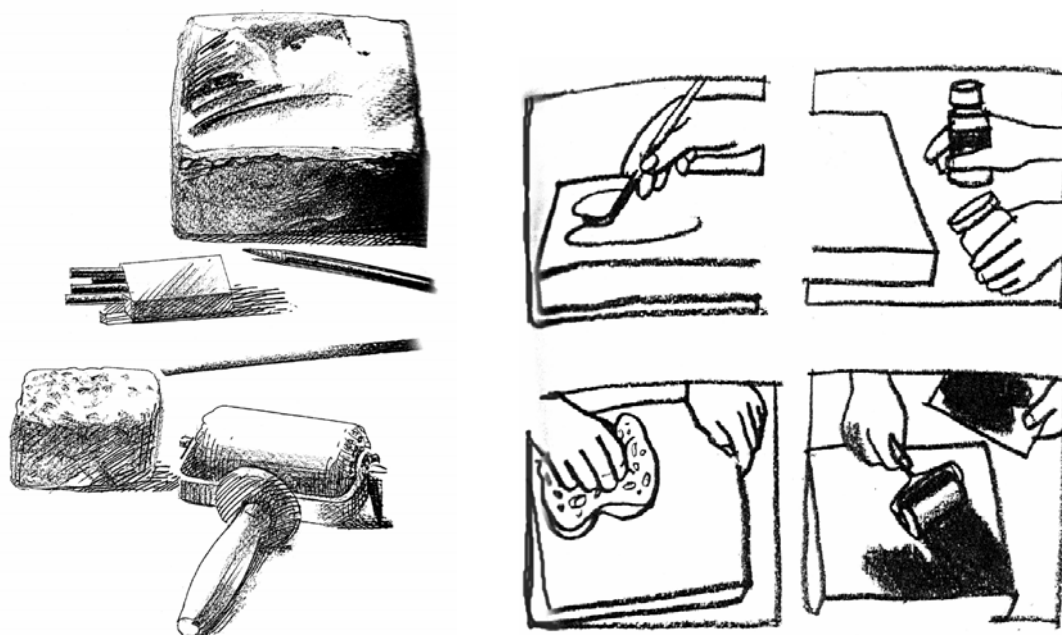
che, con l'aggiunta di catalizzatori, permettono una rapida essiccazione, riuscendo così a supportare la rapidità di stampa e di allestimento degli stampati, hanno consentito il sopravvento della stampa offset.

Un altro esempio molto concreto, di stampa offset, è il libro, che troverete all'ingresso, scritto dal paleontologo Marco Signore, nel quale egli parla della sua esperienza professionale e di studio fino ad arrivare alla scoperta del dinosauro *Scipionyx Samniticus*, trovato nel Parco geopaleontologico di Pietraroja. In copertina il libro riproduce un disegno di Louis Rey che rappresenta la "famiglia" di *Scipionyx*, così come l'artista l'ha immaginata.

Il volume è stato stampato dalle Edizioni Il Chiostro, da me rappresentate, con la stampa offset.

Nel ringraziare tutti voi per essere intervenuti, ed essere stati pazientemente ad ascoltare, e sperando di essere riuscito a suscitare un qualche interesse sull'argomento trattato, vorrei rivolgere i miei più sinceri complimenti al prof. Luciano Campanelli, presidente dell'Associazione Un Futuro a Sud, per il competente ed instancabile impegno profuso nell'organizzare questa manifestazione.

Vi ringrazio per l'attenzione.



(a) attrezzi per il disegno su pietra litografica (b) schema di preparazione per la stampa litografica



Torchio per la stampa litografica, con operatore che esegue una stampa.
Attrezzi per l'incisione e il disegno della pietra litografica.

La paleontologia incontra l'arte... sulle tracce dei dinosauri... lungo gli itinerari dell'Europa giurassica ed oltre...



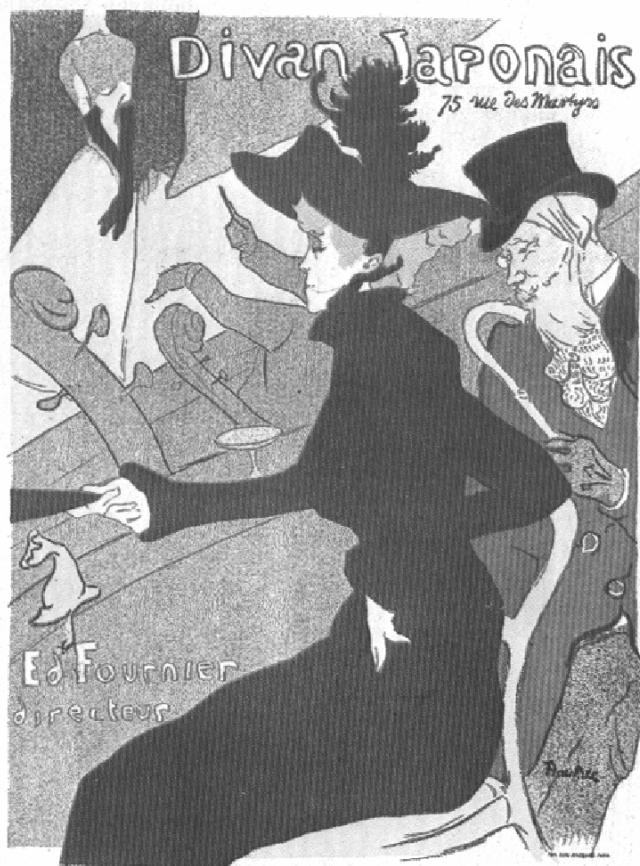
Francesco Hayez, Autoritratto,
dall'Ivanhoe di Walter Scott. Litografia Giuseppe Vassalli, Milano



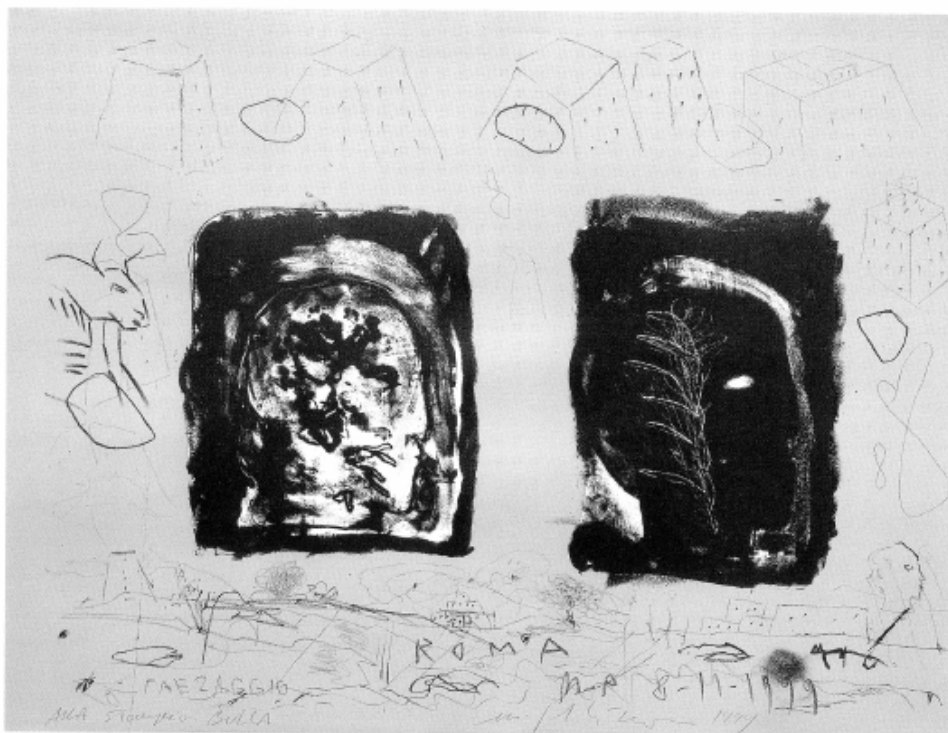
Litografia di Henri de Toulouse-Lautrec
Moulin Rouge, 1893



Litografia di Henri de Toulouse-Lautrec
Aristide Bruant, 1893



Litografia di Henri de Toulouse-Lautrec, Divan Japonais, 1893



Mimmo Paladino, litografia, pastello ad olio, incisione su pietra a due colori, intervento a mano, di cm 50x67.



Mimmo Paladino, litografia a tre colori, cm 50x63.

Ricostruiamo il passato

A fast guide how to make dinosaurs

Luis V. Rey luisrey@ndirect.co.uk

Marco Signore normanno@marcosignore.it

In questa traduzione si useranno i termini “mano” per indicare appunto la manus e “piede” per il pes degli animali descritti. Questo per semplicità di testo. (Ndt).

Analizzeremo le caratteristiche anatomiche dei principali dinosauri e su come si sono evoluti nel tempo.

1 – Zampe anteriori

I dinosauri non sono mammiferi, e tuttavia continuiamo a vedere dinosauri teropodi ricostruiti con le mani che sembrano quelle di un umano con tre dita.

I dinosauri teropodi erano per lo più tridattili (dita: 1-2-3) eccezion fatta per i ceratosauri ed altri più primitivi che avevano quattro o cinque dita, con il quarto e quinto sempre sprovvisti di artigli e quasi del tutto atrofizzati. Un'eccezione potrebbe essere la mano degli abelisauridi, purtroppo poco conosciuta: *Carnotaurus* ha quattro dita visibili con il quarto dito trasformato in un puntale rivolto all'indietro. I dinosauri primitivi come gli herrerasauri hanno il terzo dito più lungo del primo e del secondo.

In alcuni teropodi la specializzazione prese vie diverse, strane come in *Compsognathus*, riduzione del terzo dito, o in *Caudipteryx*, le cui mani mantengono le dita 1 e 2 mentre il terzo è piccolissimo o privo di artiglio ed atrofizzato, non fuso ma forse incorporato in una specie di manopola con il dito 2. All'altro estremo, *Scansoriopteryx* / *Epidendrosaurus* aveva un terzo dito allungatissimo, quasi a livello del quarto dito degli pterosauri, che lo faceva rassomigliare a quello dei moderni Aye Aye, e gli Alvarezsauridi avevano il primo dito ipertrofico, con un enorme artiglio e con le dita 2 e 3 ridotte fin quasi a scomparire.

Un'altra variante: i tirannosauri tendevano ad un'estrema riduzione delle zampe anteriori, mantenendo mani con due dita e braccia ridicolmente piccole ma robuste. Le braccia di un tirannosauro non raggiungevano la sua bocca (fig.4).

Come recentemente dimostrato da Alan Gishlick e Ken Carpenter, il radio e l'ulna dei teropodi erano bloccati parallelamente l'uno all'altra, in modo da impedire la pronazione della mano nella maggioranza delle specie. Di conseguenza, quasi nessun teropode era in grado di muovere le mani come facciamo noi primati (anche se recentemente un nuovo esemplare di ornitomimosauo avrebbe messo questo fatto in discussione). Carpenter sostiene che un certo livello di pronazione fosse possibile per le mani di *Deinonychus*, ma io posso osservare che la struttura dei polsi permette solo un movimento laterale molto ristretto della mano che si stava evolvendo sempre di più in un sofisticato meccanismo per ripiegare il braccio lateralmente al corpo man mano che i teropodi divenivano sempre più aviani. Questo ripiegamento poteva essere ottenuto grazie alla modificazione e fusione di alcuni dei carpali a formare quello che noi chiamiamo osso semilunato che aiutava il movimento rotatorio. Un precursore quasi perfetto del meccanismo di ripiegamento delle ali di un uccello.

La postura con le mani costantemente pronate, cioè con il dorso delle mani verso l'avanti, e l'uso delle mani alla maniera “scimmiesca”, come i “velociraptor” di *Jurassic Park*, è quindi impossibile.

In pratica i dinosauri potevano battere le mani ma non aprire le porte. Non avevano neppure le “palme”, e tuttavia le mani avevano le facce interne parallele nella postura naturale.

Le dita dei teropodi hanno un alto livello di iperestendibilità (Carpenter 2002).

I Maniraptora avevano le mani più grandi in relazione al corpo ed i tirannosauri le più piccole.

Le dita delle mani dei dromeosauri e degli *oviraptorosauri* (fig.1) erano fornite di massicci artigli. Gli artigli più grandi erano delle stesse dimensioni di quelli delle zampe posteriori, sebbene quelli delle mani fossero più schiacciati mediolateralmente. Le mani quindi si sono evolute da “arpioni” a tre punte fino a divenire ali perfette, ma potrebbe essere stato il contrario. Le più possenti mani dei maniraptoriformi sono quelle dei *terizinosauri*, con artigli che raggiungono il metro di lunghezza (fig.2)

Ma è negli uccelli moderni che si raggiunge la specializzazione definitiva della mano dei teropodi maniraptora: le dita si fondono e restringono la funzione manuale quasi esclusivamente al volo. Dopotutto, l'origine del volo può essere ricercata nel movimento di attacco dei maniraptora (Signore, 2001).

Le mani sono piuttosto differenti negli ornitopodi basali, provvisti di cinque dita, anche in questo caso solo le dita 1-2-3 erano provviste di artigli, eppure le impronte delle mani di *Iguanodon* (fig.3) mostrano che probabilmente queste erano posizionate leggermente di lato al corpo e non pronate, come ci si aspetterebbe da un animale quadrupede. Ma gli iguanodonti e gli adrosauri erano anche quadrupedi facoltativi. Gli iguanodonti avevano cinque dita ed il pollice era trasformato in un pugnale ricoperto di guaina cornea, le dita 2-3 potevano aver conservato una sorta di artiglio smussato, ma erano unite insieme, mentre il quarto ed il quinto dito erano liberi e prensili.

Le mani di *Camptosaurus* vengono spesso ricostruite come quelle di *Iguanodon*, ma di fatto la mano manteneva la primitiva struttura degli ornitopodi basali (senza il pollice-pugnale), ed erano per questo più come le mani dei tenontosauri e degli ipsilofodontidi. Comunque, *Camptosaurus* somiglia ad *Iguanodon* nel fatto di avere un polso più fuso rispetto a quello degli ornitopodi più basali e la falange uguale del pollice ha una forma conica, a differenza degli artigli degli ornitopodi più basali.

La maggior parte degli ornitopodi era bipede o semi-bipede, sebbene fosse possibile che molti fossero quadrupedi facoltativi fin dall'inizio della loro evoluzione, così che le mani erano più che altro veri e propri accessori per l'equilibrio, e, man mano che le dimensioni degli animali aumentavano, esse diventavano una specie di “piedi anteriori” per reggere il peso. La robusta mano degli iguanodontidi era iperestensibile posteriormente e poteva sostenere il peso del corpo durante il movimento quadrupede, mentre le più delicate zampe anteriori degli adrosauri erano molto simili alle zampe anteriori di un cavallo (ovviamente in senso molto lato).

Negli adrosauri le dita 2-3-4 erano unite e probabilmente rinchiusi in una specie di muffola senza dita, mentre il primo dito è assente ed il quinto è libero.

Gli anchilosauri e gli stegosauri avevano cinque dita, due delle quali provviste di zoccoli. Alcuni anchilosauri avevano artigli, ma la maggior parte era provvista di zoccoli e probabilmente in alcuni anche il terzo dito ne era provvisto. Le zampe anteriori dei ceratopsidi erano anche pentadattile e tre dita avevano zoccoli (1-2-3, le altre no).

Le mani dei ceratopsidi erano molto larghe, mentre quelle degli adrosauri erano strette. Questo potrebbe significare che gli adrosauri si muovessero meglio su zone asciutte, mentre i ceratopsidi erano migliori in zone paludose.

La postura delle zampe anteriori dei ceratopsidi è ancora in discussione, ma una postura *sprawling*, come quella mostrata in molte ricostruzioni, (cioè con le zampe tenute verso l'esterno come le lucertole, Ndt) è decisamente fuori questione. Non c'era alcun dinosauro che avesse una postura *sprawling*. Una combinazione di zampe posteriori erette e zampe anteriori *sprawling* significa che l'animale avrebbe fatto piegamenti sulle braccia per tutta la vita ogni volta che camminava. Non sembra certo un design economico ottimale, ed anche se la Natura è spesso stravagante non lo è quasi mai in fatto di economia (eccetto per quello che riguarda faccende sessuali).

Naturalmente questa osservazione non è a prova di bomba. Molto probabilmente le scapole e lo sterno si contattavano molto più in basso di quanto usualmente rappresentato (i dinosauri erano provvisti di torace), il che portava le zampe anteriori ben sotto il corpo – i gomiti erano rivolti all'esterno – e potevano essere ben flesse per un'efficiente locomozione.

Le impronte sembrano indicare proprio questo, sebbene alcuni paleontologi suggeriscano che le zampe anteriori dei ceratopsidi fossero molto più versatili, quasi a livello dei camaleonti (Bakker, in stampa).

Nei sauropodi quadrupedi, le mani erano digitigrade e per lo più erano solo provviste di un artiglio da moderato a massiccio sul primo dito, mentre i titanosauri avevano probabilmente perso tutti gli artigli sulle zampe anteriori.

2 – Zampe posteriori

C'è virtualmente consenso sul fatto che tutti i dinosauri, sauropodi, teropodi e ornitopodi, in altre parole il comune antenato dei dinosauri, discendano da dinosauri ancestrali bipedi che a loro volta discendono da antenati arcosauri bipedi o almeno eretti.

Come essi si siano evoluti da più distanti, primitive, creature quadrupedi *sprawling* simili a lucertole forse sin dal Permiano non è ancora del tutto compreso. Ma ci sono indizi nei resti di arcosauri (come i coccodrilli o animali simili a coccodrilli) che fosse già comparsa e fosse in sviluppo una postura semieretta, con lunghi arti gracili. La postura potrebbe essere stata ulteriormente migliorata da una fase arborea, ma questo non è ancora chiaro.

Al tempo degli antenati dei dinosauri, animali come *Marasuchus* erano provvisti di zampe lunghissime e di una postura eretta, il che li rendeva bipedi obbligati.

I dinosauri svilupparono un bipedismo eretto (con le zampe tenute sotto il corpo) ed avevano l'articolazione del bacino perforata o semiperforata. È abbastanza interessante notare invece che i mammiferi erano ancora creature semi-*sprawling* all'epoca in cui i dinosauri erano già bipedi eretti o quadrupedi facoltativi.

Più tardi nella scala evolutiva (e con l'aumento di dimensioni) molti dinosauri tornarono ad essere quadrupedi obbligati, ma mantennero una postura eretta con la maggior parte del peso sostenuta dalle zampe posteriori.

Mc Neill Alexander ha dimostrato che anche le zampe dei diplodocidi sono una prova che le zampe posteriori sostenevano la maggior parte del peso del corpo, mentre le zampe anteriori toccavano terra in maniera (relativamente) delicata.

Davvero le zampe più lunghe rendono gli animali più veloci? Beh, tutto sta nelle proporzioni. È facile capire se l'animale fosse un camminatore, un corridore, o uno scattista cacciatore di agguato. Le dimensioni totali, le proporzioni (femore-tibia-metatarsali) rispetto al corpo ed anche la curvatura del femore lo mostrano (un femore dritto indica un'andatura da elefante).

Esistono anche restrizioni muscolari sulla mobilità del femore nei teropodi, l'angolo di oscillazione è ristretto, sicché nessun teropode avrebbe potuto correre con le grandi falcate di un atleta umano: le cosce non avrebbero mai potuto allungarsi tanto. Il fattore velocità è quindi ristretto alla lunghezza delle ossa inferiori della gamba (tibia-fibula e metatarso).

I dinosauri-struzzo erano nati per l'alta velocità. I dromeosauri erano fatti per inseguimenti a corta distanza (non erano particolarmente veloci)... e tuttavia trasmissioni popolari, come *Walking With Dinosaurs* (*Nel Mondo dei Dinosauri*), li ricostruiscono in maniera abbastanza assurda come una specie di macchine per uccidere rapide come i ghepardi.

Molto probabilmente un *T.rex* adulto non avrebbe potuto correre ad alta velocità, per lo più a causa della massa, della lunghezza del passo (fig.4), e della necessità di una troppo massiccia muscolatura tale da fornire la spinta ad uno sprinter pesante 5 tonnellate. Le zampe non sono così lunghe rispetto al corpo quando le si compara con gli altri teropodi. I giovani potrebbero costituire invece tutta un'altra storia.

Alcuni ceratopsidi potrebbero essere stati capaci di galoppare come i rinoceronti; ma gli stegosauri, i nodosauri ed i sauropodi avevano un passo più ristretto, quasi da elefante. Alcuni anchilosauri, incluso *Scelidosaurus*, potevano correre. Gli stegosauri erano quadrupedi, ma probabilmente potevano sollevarsi sulle zampe posteriori e quasi camminare da bipedi grazie al centro di gravità ed alla sproporzione tra le enormi zampe posteriori e quelle anteriori.

Gli ornitopodi erano bipedi tridattili, ma alcuni, tra tutti gli iguanodontidi di grosse dimensioni e gli adrosauri, a causa delle dimensioni e della massa, sono diventati quadrupedi obbligati.

In molti dinosauri le gambe avevano prominenti 'cosce' (fig.5).

I dinosauri compivano lunghi passi quando camminavano o correvano, ma non saltavano mai come per esempio fanno i canguri.

Le zampe posteriori dei sauropodi, insieme con le anche e la coda, potevano aiutare questi animali ad adottare una postura tripode (con la coda e le zampe posteriori a terra, Ndt).

I piedi e le zampe posteriori di un pollo allo stato embrionale e quelli di un *Tyrannosaurus rex* e di tutti i teropodi sono praticamente identici. Hanno quattro dita, eccetto gli ornitomimosauri che perdono l'alluce, e le piccole dimensioni dell'alluce dei teropodi rappresenta l'unica differenza principale con gli uccelli. Nella maggioranza dei teropodi l'alluce artigliato era probabilmente diretto nello stesso verso delle altre dita eccetto che in alcune forme come *Microraptor* e *Caudipteryx*, in cui è opposto, come quello degli uccelli.

Le impronte tridattile dei teropodi e degli uccelli sono virtualmente identiche, sebbene talvolta si mostri l'alluce, a seconda della profondità dell'impronta.

I piedi dei teropodi erano probabilmente scutellati, cioè ricoperti da scaglie subrettangolari o rettangolari come negli uccelli; ma di questo non ci sono prove inconfutabili.

La maggior parte dei piccoli ornitopodi aveva piedi tetradattili, ma l'alluce si perde negli iguanodontidi e negli adrosauri, e i piedi non erano scutellati e questo lo si sa dall'evidenza di diverse mummie di adrosauro. Le piccole scaglie coprivano anche le "muffole" delle mani ed erano molto più piccole di quelle del resto del corpo.

I piedi dei sauropodi erano pentadattili e semiplantigradi, e provvisti di un cuscinetto carnoso come negli elefanti. Le prime tre dita erano provviste di artigli talvolta grandi ed affilati, ma le due dita esterne ne erano sprovviste.

3 – Cranio

Vedete un dinosauro ricostruito con la testa di un'iguana, di una lucertola o di un coccodrillo? Beh, le teste dei dinosauri non sono davvero simili alle ben note teste dei rettili moderni.

La testa di un dinosauro è la parte più facile da ricostruire, poiché i dinosauri erano privi di muscolatura facciale complessa, come invece è quella dei mammiferi. In ogni caso, anche se la ricostruzione può esser fatta riempiendo i vuoti nel cranio ed aggiungendo corna e spine se ci sono rugosità, ci sono alcuni attacchi muscolari importanti che vanno applicati appropriatamente; le ricostruzioni di molti artisti mancano per esempio dello pterigoideo posteriore.

La struttura della testa di un dinosauro è in origine abbastanza leggera ed aperta a causa dei suoi vari “fori” detti *fenestrae*. Comunque, alcuni gruppi presentano queste *fenestrae* chiuse con pesanti strati d'osso, come i pachicefalosauri, gli anchilosauri ed altri gruppi.

Il cranio basilare di un dinosauro primitivo presenta come aperture una finestra anteorbitale e due *fossae* temporali (laterotemporale e supratemporale), oltre alle orbite ed alle narici.

Ma non tutti i dinosauri hanno lo stesso numero di aperture nel cranio (per esempio, i sauropodi derivati e gli ornitopodi perdono la finestra anteorbitale, ma mantengono sempre le fosse laterotemporale e supratemporale).

È importante notare quali aperture non contenevano organi. Solo nelle orbite alloggiavano gli occhi e nelle narici alloggiava il naso, tutte avevano i loro spazi fissi e discernibili.

Nessun teropode ha la testa perfettamente rettangolare simile ad una scatola. Le loro forme variano da crani stretti fino ad estremamente sottili, se visti di fronte. Anche animali enormi come il *Carcharodontosaurus* presentavano una vista frontale del cranio stretta. Non esiste alcun cranio di dinosauro noto che possa essere comparato (come forma) a quello di un varano o di un coccodrillo. Eppure inesplicabilmente parecchie ricostruzioni continuano a mostrare crani larghi.

Ma neppure i crani triangolari, schiacciati e squadrati degli anchilosauri erano completamente “a forma di scatola”.

Le teste dei teropodi erano normalmente da grandi a molto grandi (*T. rex*) rispetto al corpo (fig.6). Il cervello e la scatola cranica erano più grandi rispetto a quelli della maggior parte degli erbivori, eccezion fatta per alcuni anchilosauri.

In ogni caso le più grandi teste di dinosauri appartengono ai ceratopsidi. La più grande di esse misura tre metri e più in lunghezza, il che rende i ceratopsidi gli animali con la testa più grande mai esistiti sulla terra. L'articolazione rotante del cranio alle prime vertebre cervicali fuse permetteva alla testa dei ceratopsidi un incredibile livello di mobilità e rotazione. A riposo, la testa era tenuta in una naturale posizione rovesciata che permetteva di mostrare la cresta in ogni circostanza.

Visione:

La maggior parte dei teropodi aveva una scarsa visione binoculare; sebbene almeno la maggior parte di loro fosse riuscita a svilupparla in qualche modo, questo limitava la percezione stereoscopica e quindi della profondità di campo. Gli occhi degli allosauri e ceratosauri, rivolti verso i lati, avevano una barra ossea dinanzi a loro ed erano anche

circondati da piccole corna ossee e varie ornamentazioni che bloccavano una perfetta visione frontale.

I tirannosauri avevano il muso verso il basso e stretto al centro, che poneva gli occhi in una posizione rialzata, permettendo una visione frontale quasi priva di ostacoli. Anche i dromeosauri avevano una buona visione frontale ed i tröodontids erano avevano una visione binoculare superiore. i dinosauri erbivori avevano una scarsa visione binoculare (o non ne avevano affatto).

Mascelle e denti:

Le mascelle dei teropodi erano di solito lunghe tranne nel caso di *Carnotaurus* (fig.7) ed alcuni animali imparentati ad esso. Nella mascella dei ceratosauri primitivi, inclusi *Coelophysis* *Dilophosaurus*, c'era un netto "stacco" tra il premaxillare ed il maxillare. Questo stacco è visibile anche nel muso allungato degli spinosauri e dei barionichidi.

Gli spinosauri avevano le mascelle più lunghe e strette fra tutti i dinosauri, *Suchomimus* (fig.8) è quasi la versione dinosauriana di un gavia, pur essendo troppo robusto; ci sono comunque evidenze che alcuni spinosauri recentemente ritrovati fossero simili ai gavi.

Ci sono articolazioni nelle mascelle dei dinosauri, quindi ci doveva probabilmente essere un qualche tipo di cinesi nelle ossa del cranio grazie a queste articolazioni (gli iguanodontidi sono stati tra i primi studiati in questo senso). Bakker sostiene che le mascelle potessero spalancarsi in maniera smisurata in alcuni dinosauri come gli allosauri, e Norman ritiene che le mascelle di *Iguanodon* si potevano allargare di lato per permettere la masticazione dei vegetali.

I sauropodi avevano due tipi di denti, strutture sottili tipo matite per rastrellare, disposte sul davanti delle mandibole, e strutture da taglio a forma di cucchiaio tutto intorno alle mascelle. A prima vista, la dentizione sembra debole per trattare l'enorme quantità di piante necessarie a mantenere i loro massicci corpi, ma i denti dei sauropodi sono usualmente robusti, molto ravvicinati, parecchio usurati e si occludono alle punte, non deboli, quindi, ma efficienti strutture per trattare materiale vegetale. Alcuni diplodocidi avevano teste provviste di piccolissimi denti frontali, e somigliano ad enormi aspirapolveri. A questo si aggiunga che la digestione era aiutata da grandi stomaci pieni di pietre lucide, così che i denti non erano deputati a masticare il cibo come invece accade negli adrosauri e nei ceratopsidi.

Qualche tempo fa si pensava che le differenze tra i denti dei sauropodi fossero collegate alla capacità di pascolare più o meno in alto sugli alberi: i denti a cucchiaio avrebbero potuto essere impiegati nel tagliare materiale vegetale più resistente, mentre i denti sottili a matita sarebbero stati impiegati nel pascolare più in basso o nel raccogliere vegetazione più tenera. Ma recenti analisi sulla microusa mostrano che i denti a matita sono strutturati per tagliare anche vegetazione molto dura ed abrasiva. Quindi il quadro non è affatto chiaro.

Ornitiscidi: dai denti seghettati, a forma di foglia e vagamente reminescenti di quelli delle iguane, degli ornitiscidi basali, alle ben più complesse batterie multiple a rimpiazzo continuo degli adrosauri e dei ceratopsidi con centinaia di piccoli denti romboidi rimpiazzabili.

La parte anteriore del muso di tutti gli ornitiscidi era invariabilmente un affilato becco, arrotondato o appuntito. Lo spazio tra esso ed i denti raccolti ai lati suggerisce decisamente che quest'area fosse coperta da guance (molto probabilmente prive di muscoli e ridotte a semplici flange di pelle, a differenza di quelle mammaliane) che

teneva il cibo nella bocca durante la “masticazione”. Infatti, la presenza di un possente sistema di trattamento del cibo nella bocca implica la necessità di un sistema che trattenga il cibo nella bocca per essere trattato.

Teropodi: la maggioranza dei teropodi era provvista di denti affilati, seghettati e ricurvi (di misure diverse, con il quinto dente mascellare che era sempre il più grande... dinosauri ‘vampiri’?). Ma alcuni hanno denti privi di seghettature, *Caudipteryx* (fig.9), conici, *Archaeopteryx* (fig.10), gli spinosauri e *Baryonyx* ed alcuni associavano denti conici a denti seghettati (tröodontidi). I denti premaxillari a sezione a D e delle dimensioni di una banana del *T. rex* (fig.6) erano validi per spezzare le ossa, ma la maggior parte dei denti dei teropodi era fatta solo per tagliare la carne; inoltre i denti venivano rimpiazzati costantemente man mano che si usuravano o si spezzavano, come in tutti i dinosauri.

I ceratosauri avevano denti molto grandi rispetto al cranio se comparati agli allosauri, rendendoli i migliori candidati per il titolo di “dinosaurio dai denti a sciabola”. I denti degli spinosauri erano tra i più numerosi ed avevano la maggior variabilità di dimensioni lungo le loro lunghe mascelle (i più grandi erano nel premaxillare, probabilmente per migliorare la presa sulle prede scivolose). Ma è *Pelecanimimus*, un ornitomimosaurio primitivo, che detiene il record per il maggior numero di denti tra i teropodi. I tirannosauri avevano il morso più potente mai calcolato, il che rende irrilevante la vecchia controversia se fossero cacciatori o spazzini; indubbiamente poteva ricoprire entrambi i ruoli.

I dinosauri erano molto probabilmente sprovvisti di labbra, nonostante le lunghe controversie su questo aspetto e le molteplici ricostruzioni che mostrano labbra persino mobili. Sicché i teropodi avevano guaine di cheratina che coprivano l'intero “becco” oppure un “sorriso da coccodrillo”.

Probabilmente le mascelle più strane tra i teropodi sono quelle di *Masiakasaurus*: denti procumbenti in entrambe le mascelle, con alcuni lunghissimi sul davanti.

Narici ed orecchie:

Alcune nuove ricerche di Larry Witmer (1) indicano che le narici dei dinosauri si trovavano avanzate sul cranio, o per lo meno rivolte in avanti. Questo indica che le narici ricostruite sulla parte superiore della testa dei sauropodi non dovrebbero esserci e questi animali dovevano avere dei lunghi passaggi cartilaginei per tenere le narici sulla parte anteriore del muso. Questo apre molte possibilità per le ricostruzioni del tessuto molle, inclusa la tanto contestata possibilità di qualche tipo di proboscide.

Le orecchie si trovavano nella parte posteriore del cranio in uno spazio dietro il quadrato, contattate posteriormente dal *depressor mandibulae* (un muscolo, Ndt). Per quanto incredibile possa sembrare, c'è ancora un'assurda testa a grandezza naturale del *Tyrannosaurus* che pende macabra dal soffitto del Natural History Museum di Londra, con le orecchie infossate nelle fosse latero-temporali!

Ornamentazioni della testa. Corna, spine, creste e cupole:

Nel cranio dei dinosauri potevano esserci coperture di cheratina sul muso, sui becchi e su alcune rugosità in posti strategici. Va benissimo speculare sul livello di queste ornamentazioni nel cranio dei dinosauri. Altrettanto valido è speculare sulla lunghezza delle corna e delle spine. Il nucleo centrale di osso potrebbe essere solo una frazione della lunghezza complessiva quando l'animale era in vita. I teropodi avevano di solito teste molto ornate. Le doppie creste dorsali craniali che correvano lungo il bordo di una cresta centrale erano virtualmente la norma nei crani dei teropodi.

Talvolta la doppia cresta si espandeva, mentre in altre specie era la cresta centrale a trasformarsi in una massa tipo corno. Le doppie creste sono portate all'estremo in *Dilophosaurus* formando una sottile doppia cresta alta lungo tutto il muso e fino alla parte posteriore del cranio. *Monolophosaurus*, al contrario, mostra la cresta centrale ingrandita. Negli allosauri le doppie creste andavano da medie a grandi dimensioni, *Allosaurus*, fino ad esagerazioni, *Yangchuanosaurus*, per finire alle massicce doppie creste rugose di *Giganotosaurus* (fig.11).

Le doppie creste erano combinate a corna lacrimali, appena davanti all'orbita. In *Ceratops* la cresta centrale formava un corno piatto sul naso, non come quello dei rinoceronti, come molti testi invece rimarcano, sbagliando, e le doppie creste laterali si uniscono a corna lacrimali particolarmente lunghe ed appuntite, ben più che negli allosauri.

Ma le corna lacrimali si diedero alla “pazza gioia” evolutiva con le sottili creste laterali a forma di scudo di *Cryolophosaurus* e le massicce e spesse corna di *Carnotaurus* (fig.7).

Gli abelisauri avevano peculiari ornamentazioni sul cranio, come un unico “corno” sulla fronte in *Majungatholus*. I ceratopsidi prendono il loro stesso nome dalle loro corna, sebbene alcuni di loro avessero solo corna vestigiali, e le forme basali mancassero completamente di corna. Lo schema usuale è di due corna sugli occhi, una sulla punta del muso, e due protuberanze sulle guance.

Le variazioni sono praticamente illimitate, ma cadono in due categorie principali. Da una parte: spettacolari corna sugli occhi di un metro e mezzo di lunghezza rivolte in avanti, in fuori o in alto, ad angoli differenti a seconda della specie, in un fenomenale display difensivo, od offensivo, combinato con un corno nasale minimo o del tutto assente. Dall'altra parte, esattamente il contrario: enormi corna nasali – talvolta contorte in maniera strana – combinate con la (quasi) totale mancanza di corna sugli occhi. Le ‘corna’ più strane sono rappresentate dalla massa ossea che si trova al loro posto sulla sommità della testa di *Pachyrhinosaurus*.

Ma i ceratopsidi univano alle corna larghe creste di tutte le forme e dimensioni. Tali creste sono formate dall'allungamento degli squamosi e dei parietali. Come per le corna, le creste possono esser suddivise in due categorie: talvolta sono di puro osso compatto, *Triceratops* ed i centrosaurini, talvolta sono aperte al centro da grandi fori, chasmosaurini, probabilmente per alleggerimento, dato che le creste ‘forate’ sono di solito le più grandi. *Torosaurus* e *Pentaceratops* avevano le più grandi teste, in proporzione, di qualsiasi animale sia mai vissuto. Le creste erano di solito ornate da piccole corna laterali lungo i loro bordi esterni. Queste piccole corna erano in molti casi di moderate dimensioni, *Chasmosaurus*, ma possono diventare enormi, *Styracosaurus*, o ridursi a protuberanze appiattite, *Einosaurus* e *Chasmosaurus*. Le creste variavano in forma e dimensioni.

La testa più grande tra i ceratopsidi: i 3 metri di cranio in *Torosaurus*. La più piccola: *Centrosaurus*, copriva a malapena le spalle.

Le proporzioni testa-corpo raggiungono davvero l'estremo in ceratopsidi come *Pentaceratops*, dove la testa era grottescamente enorme comparata al corpo.

Le creste erano un display notevole (sebbene esse possano aver avuto altre funzioni). Siccome le loro teste erano tenute normalmente rivolte in basso, il display era potente e costante e così noi siamo tentati di aggiungere macchie e schemi di colori per aumentarne l'effetto.

Anche il piccolo *Protoceratops* aveva creste spettacolari per le sue dimensioni, variabili a seconda del sesso e dell'età, ed era privo di corna.

Altri spettacolari ornamenti della testa si vedono negli adrosauri crestati e nei pachicefalosauri. Gli adrosauri crestati comprendono creste cave, lunghe (*Parasaurolophus*), o corte (*Corythosaurus*) probabilmente per l'olfatto, la termoregolazione, il controllo dell'umidità e il display acustico, ma ovviamente anche per un ottimo display visivo, a forma di tubi, padelle e guanti capovolti, tra le tante forme. Sono anche evidenti il dimorfismo sessuale e i cambiamenti dovuti all'età.

Alcuni pachicefalosauri avevano spettacolari alte cupole per combattimenti intraspecifici ed alcune cupole basse potrebbero essere state usate come armi di difesa e offesa, circondate com'erano da piccole corna fino alla base del cranio, alcune erano lunghissime, affilate e puntate all'indietro, come in *Stygimoloch*, e si estendevano fino alla faccia ed alla punta del muso. La forma e la distribuzione delle corna sul muso variavano moltissimo.

4 – Collo

I colli dritti nei dinosauri non sono la norma. I sauropodi avevano colli dritti che erano tenuti orizzontali, ma sempre leggermente curvati verso l'alto, come una specie di ponte d'equilibrio. Le vertebre sono piene di camere ed alloggiavano probabilmente un complesso sistema di sacchi aerei per mantenere il collo quanto più leggero fosse possibile. C'è stato un lungo dibattito sul livello di flessibilità e versatilità dei colli dei sauropodi: appare chiaro che i colli dei sauropodi potevano abbassarsi ma non alzarsi e non potevano esser tenuti alti come per esempio nelle giraffe; ci sono chiare restrizioni meccaniche a carico delle vertebre. Ed è anche un dato di fatto che il cervello avrebbe avuto bisogno di un capolavoro di ingegneria idraulica per essere costantemente irrorato di sangue se il collo fosse tenuto sempre alto.

Il più lungo collo tra tutti gli animali mai vissuti sulla Terra appartiene a sauropodi come i cinesi *Mamenchisaurus* ed *Omeisaurus*. Ma i colli dei sauropodi erano estremamente versatili ed alcuni (*Amargasaurus*) presentavano allungamenti dorsali delle spine neurali che davano al collo una specie di "vela" di spine.

Creste dorsali sul collo sono presenti anche in alcuni teropodi come *Acrocanthosaurus*. Talvolta le si ricostruisce come una vela, ma dato che le spine allungate mostrano grandi cicatrici muscolari, molto probabilmente si trattava di gobbe muscolose.

I teropodi avevano colli a forma di S che variavano da sottili (ornitomimidi) a corti e robusti (*Tyrannosaurus*).

I colli degli ornitischii variavano da corti e robusti a sottili e a forma di S negli adrosauri.

5 – Torso ed anche

La maggior parte dei teropodi aveva anche incredibilmente strette (con l'eccezione forse dei terizionsauri) ed in visione frontale la gabbia toracica arrotondata sporgeva sempre di lato, oscurando di poco le cosce. Molti altri dinosauri (e nonostante il fatto che alcuni di essi, come gli anchilosauri, avessero bacini molto larghi) avevano gabbia toracica e ventre sporgenti (specialmente gli erbivori). Si suppone che gli ornitopodi avessero una gabbia toracica più stretta, ma è ovvio che il ventre avrebbe oscurato parzialmente le zampe posteriori in una visione anteriore.

L'iguanodontide *Lurdosaurus* aveva un torace basso e grosso, a forma di barile, simile ad un ippopotamo, ma è un'eccezione. *Pachycephalosaurus* aveva anche ragionevolmente larghe, ma una gabbia toracica ancora più larga.

Gli ornitischii dalle anche più larghe erano gli stegosauri, gli anchilosauri ed i ceratopsidi, con stegosauri ed anchilosauri più larghi in assoluto, la differenza con gli

anchilosauri è che la gabbia toracica è estremamente (quasi ridicolmente) larga al centro, formando un torace a forma di barile schiacciato dorso-ventralmente.

Le vele – sia come display che come regolatore termico – si incontrano in teropodi come *Acrocanthosaurus* (ma la versione estrema ce l'ha *Spinosaurus* con la sua vela alta fino ad 1,5 metri) e negli ornitopodi (*Ouranosaurus*). I barionichidi ed i dicreosauri avevano anche spine neurali alte dal collo alle anche.

6 – Coda

La coda controbilanciava la parte anteriore del corpo. Ci sono pochissime piste che mostrano le tracce di una coda trascinata, quindi sappiamo che la coda era tenuta sempre alta in tutti i dinosauri.

T. rex aveva una coda più corta di quanto ci si possa aspettare da un animale con un torace ed una testa così grandi, il che crea interrogativi sulla postura. La maggior parte dei teropodi aveva code lunghe e flessibili, ma i dromeosauri avevano una coda flessibile alla base, ma rigida per la maggior parte della lunghezza, grazie a *chevron* e zigapofisi molto allungate. Alcuni teropodi aviani, ma non tutti, accorciarono in maniera notevole la loro coda (*Caudipteryx*) (fig.9) ed alcuni avevano le ultime vertebre fuse a creare un pigostile, *Nomingia*, un oviraptorosauo. Queste corte code avevano un ventaglio di piume per display.

Le lunghissime code a frusta dei diplodocidi contrastano con le corte code dei brachiosauridi e dei camarasauridi. La fine della coda di alcuni sauropodi, *Mamenchisaurus* e *Shunosaurus*, erano provviste di una “mazza ferrata”.

Tali code armate si trovano negli stegosauri, con lunghe cuspidi, nei nodosauri e negli anchilosauri potenti “mazze ferrate”. Gli adrosauri e gli iguanodonti avevano code rigide ed appiattite lateralmente tenute insieme da tendini ossificati. Questo concedeva poca mobilità ed erano costrette lateralmente.

7 – Pelle e penne

C'è stata molta speculazione sugli ornamenti e sull'aspetto esteriore dei dinosauri. Si conosce poco e si resta sempre più sorpresi man mano che vengono scoperte nuove forme di copertura esterna nei fossili.

Le piume sono un tipico esempio. Il “dinosaurio tradizionale” è una creatura scagliosa, simile ad una lucertola. Ma nulla è più lontano dalla verità! Prima di tutto, tutti i dinosauri “scagliosi” (più lunghi di cinque metri) mostrano una pelle quasi liscia formata di piccolissime scaglie che non si sovrappongono (quasi invisibile a distanza) talvolta associate con grosse placche tondeggianti che formano schemi a mosaico adattati alle pieghe ed alle rughe della pelle; mentre i ceratopsidi, gli scelidosauri e gli stegosauri mantengono il tipico schema dinosauriano a rosetta delle scagliette, i titanosauri e tutti i nodosauri ed anchilosauri corazzati andarono ben oltre e le placche vengono convertite in armature ossee complete. Sembra che una pelle scagliosa sia particolarmente tipica degli ornitischidi di ogni dimensione, vedi per esempio *Scutellosaurus*: un piccolo animale corazzato, probabile antenato dei tireofori (i dinosauri corazzati, Ndt). Gli scelidosauri - possibili antenati degli anchilosauri - avevano file di placche che correvano dal collo fino ai fianchi ed alla schiena (inclusa una doppia fila sulla schiena). Gli stegosauri avevano anche due file sulla schiena di placche che divennero un display di enormi piastre; tutti gli stegosauri avevano una doppia fila di piastre o spine (piastre alternate in *Stegosaurus* e spine appaiate in altri stegosauri come *Tuojiangosaurus*) che terminavano in una minacciosa coda provvista di quattro enormi cuspidi ossee.

Ma alla fine un ornitisco inferiore ai cinque metri di lunghezza (*Psittacosaurus*), conservato con integumento, ha sorpreso tutti. Il corpo era coperto da un mosaico di scaglie piccolissime nel tipico schema dei ceratopsidi, ma con sottili e lunghe spine tipo istrice sulla parte superiore della coda (alcuni esemplari nuovi sembrano indicare che tutta la parte superiore del corpo fosse coperta da queste strutture). Questo mostra proprio che anche la pelle degli ornitiscidi è molto più complessa di quanto si pensasse prima, e quanto poco noi sappiamo e quanto scarsa sia la nostra conoscenza dell'aspetto esteriore dei dinosauri.

Tra i sauropodi, file di piastre appuntite di 20 cm sulla schiena, che formano una cresta dorsale, sono state ritrovate nei diplodocidi, ed oggi è uso parsimonioso ritrarre tutti i sauropodi con una cresta dorsale (i titanosauri avevano una doppia cresta dorsale di scudi). I titanosauri sono ben noti per avere un'armatura (placche arrotondate ed appiattite più grandi circondate da molte placche più piccole in un tipico schema dinosauriano).

Ma cosa sappiamo dei teropodi?

Non c'è teropode inferiore ai 2 metri di lunghezza e conservato con tracce della pelle che non sia coperto di penne sottili (una specie di isolante, tipo paglia o peli), protopiume o piume. Si tratta solo di un difetto di conservazione? Non credo che sia così. Invece questo sembra indicare che un integumento piumato o protopiumato sia una condizione primitiva per i teropodi e poteva perdersi durante la crescita di alcune specie più grandi. I pulcini ed i giovani di tutti i teropodi dovevano esser coperti di isolante, che perdevano durante la crescita.

Con questo non si vuol dire che tutti i teropodi fossero universalmente e totalmente coperti di piume o di strutture simili a peli. Infatti sono stati ritrovati tipici schemi dinosauriani di scaglie su alcune parti di grossi tirannosauri e su un teropode di medie dimensioni dal Brasile, schemi che in realtà ricordano più la pelle nuda che la superficie scagliosa di un rettile. Quindi questi teropodi avevano scaglie, almeno in alcune parti del corpo; ma non siamo sicuri su quali fossero. Le zampe erano certamente nude e ci sono moltissime tracce fossili che si aggiungono alle prove.

8 – Colore

Ci sono due fattori che considero vitali per il colore di un dinosauro, visto come animale vivente. Essendo i dinosauri rettili, probabilmente avevano visione a colori. Come per gli animali viventi, il colore serviva a camuffarsi con l'ambiente circostante, creando schemi di colore, incluso il mimetismo, oppure ad attrarre partners sessuali o a spaventare i rivali ed avversari potenziali di ogni tipo (display).

Di solito i grandi animali non sono colorati vivamente, ma alcuni possono mostrare complessi disegni e schemi sulla pelle. Molte caratteristiche anatomiche che si osservano nei dinosauri stanno lì ovviamente per fungere da display, così indipendentemente dalla taglia, queste caratteristiche dovevano essere vivamente colorate o rese molto visibili in qualche modo particolare. Alcuni di questi casi ovvi sono costituiti dalle creste dei ceratopsidi, dagli ornamenti delle teste degli adrosauri o anche dal loro naso. È sempre una grande tentazione riempire gli spazi vuoti con parti di pelle dai colori accesi. La pelle degli adrosauri e dei ceratopsidi mostra anche mosaici di scaglie che suggeriscono schemi di colori.

Le piume sono un meccanismo di display ovvio. La maggior parte dei piccoli dinosauri era probabilmente colorata. Molti altri ornamenti dermici o dei tessuti molli non si fossilizzano, per cui la questione resta aperta. La colorazione è un elemento basilare nelle ricostruzioni dei dinosauri, che possiamo esser sicuri di non conoscere con certezza ed apre illimitate possibilità nelle ricostruzioni.

Approfondimenti bibliografici

- Luis V. REY – Extreme Dinosaurs (2001) – Chronicle books – San Francisco
- Henry GEE & Luis V. REY (2003) – *A Field Guide to Dinosaurs – The essential handbook for travelers in the Mesozoic* – Barrons ed. - China
- David Lambert (2000) – *Atlante illustrato dei dinosauri* - Mondadori

Galleria del paleoartista Luis Rey

Le figure citate nel testo sono visibili collegandosi al sito

www.ndirect.co.uk/~luisrey

www.luisrey.com

All artwork © Luis Rey unless other wise noted.

FIG.1 Oviraptornew - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/ovinew.htm

FIG.2 Terizinosauri - www.luisrey.com/dinos.htm (terzo disegno)

FIG.3 Iguanodon - www.luisrey.com/dinos.htm (settimo disegno)

FIG.4 Kathy Wankel's *Tyrannosaurus rex*. - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/anato.htm

FIG.2 Customising a life-size Velociraptor www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/custom.htm

FIG.3 Anatotitan Rodeo: *TRex* family Life - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/anato.htm

FIG.4 *Carnotaurus sastrei* - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/carno256.htm

FIG.5 *Suchomimus tenerensis* - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/such1.htm

FIG.6 *Caudipteryx* - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/caudorg.htm

FIG.7 *Archaeopteryx litografica* - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/archaeo.htm

FIG.8 South American Dinosauria - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/gigan256.htm

FIG.9 *Protoceratops andrewsi* fac. *Velociraptor mongoliensis*

www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/proto.htm

FIG.10 *Charonosaurus* - <http://www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/charno.htm>

FIG.11 *Amargasaurus Cazaui* - www.luisrey.ndtilda.co.uk/html/amarg.htm

(1) Sito di L. Witmer www.oucom.ohiou.edu/dbms-witmer/lab.htm

**TAVOLA ROTONDA DEL 25/9/2003
MUSEO DEL SANNIO – BENEVENTO**

Il Parco geopaleontologico di Pietraroja. Le prospettive di sviluppo.

Nico De Vincentiis

giornalista Rai

Grazie a Luciano Campanelli, che è l'anima di questa manifestazione, stasera concludiamo il cammino di una "quattro giorni" che ha coinvolto le scuole della provincia di Benevento. È un momento che rappresenta un ponte tra la divulgazione scientifica e le ipotesi di sviluppo sul territorio; un invito a sostare per riflettere e riprendere un cammino nella consapevolezza che viviamo in una società turbolenta e improntata al consumo veloce, dove la realtà delle cose diventa facilmente obsoleta.

Non si riesce ad elaborare il "presente" che già lo stesso diventa "passato" talvolta dimenticato.

Nella scoperta del dinosauro "Ciro" a Pietraroja inconsapevolmente si è attivata un'archeologia più profonda che recupera la storia per farla diventare cronaca, grazie anche al costante impegno dei mass media che contribuiscono a mantenere vivo l'interesse. Riflettendo sulla lentezza con cui procede la promozione del Parco Geopaleontologico di Pietraroja, colgo una metafora tra le caratteristiche del piccolo dinosauro "Ciro" ed il suo ritrovamento non a caso nel "sonnacchioso" Sannio.

Sembra quasi si voglia dare un messaggio alla "società della fretta" per farle recuperare e consolidare una memoria che sia sempre cronaca. Un Sannio che però, come il velociraptor "Ciro", è capace anche di repentini risvegli e slanci in avanti per recuperare il tempo che è stato necessario alla sosta, il tempo che è stato necessario alla riflessione. Nel convegno di questa sera i relatori che interverranno rappresentano lo stimolo di questa ripresa.

Ve li presento.

L'emendamento alla Legge n. 388 del 23/12/2000 con il quale viene istituito l'Ente Geopaleontologico di Pietraroja

Giovanni Lubrano Di Ricco
Senatore della Repubblica

Ringrazio gli organizzatori per l'invito a partecipare a questa tavola rotonda che mi consente di illustrare brevemente l'iter legislativo relativo all'istituzione dell'Ente Geopaleontologico di Pietraroja nel corso della XIII legislatura.

Nell'anno 2000 fu portato all'esame del Senato il disegno di legge n. 3033 *"Rifinanziamento degli interventi in campo ambientale"*. Proprio in quei giorni era esposto in una mostra a Benevento l'ormai celebre "Ciro". La mostra ebbe una vasta risonanza e provocò l'intervento di molte personalità che evidenziarono l'enorme importanza scientifica dell'area in cui era stato rinvenuto "Ciro" e la conseguente urgente esigenza della tutela di tale area per porre fine al saccheggio cui era stata sottoposta da secoli. La tutela di tale area si imponeva, pertanto, sotto il profilo scientifico, culturale ed ambientale. Ritenni perciò che il menzionato disegno di legge mi offriva l'opportunità di presentare il seguente emendamento :

«1 È istituito con decreto del Ministero dell'Ambiente, d'intesa con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali e con la Regione Campania, il Parco Geopaleontologico di Pietraroja in provincia di Benevento; in tale intesa sono individuati i siti geologici, paleontologici, naturalistici e paesaggistici che hanno rilevante valenza di testimonianza scientifica, culturale ed ambientale connessi con le attività di ricerca scientifica e gli obiettivi di conservazione e valorizzazione del geosito e di sviluppo socioeconomico in termini ecosostenibili.

2 Il Parco di cui al comma 1 è gestito da un consorzio formato dai Ministeri di cui al medesimo comma 1, dalla Regione Campania, dalla Provincia di Benevento, dal Comune di Pietraroja, dall'Università del Sannio, dall'Università Federico II di Napoli e dalle Associazioni locali ambientali interessate ai sensi della legge 9 maggio 1989 n.168».

Tale emendamento ebbe l'adesione espressa dai senatori Antonio Conte, Davide Nava e Eugenio Mario Donise e subito dopo dai rappresentanti di tutti i gruppi politici presenti in Senato.

Il relatore Sen. Antonio Capaldi chiese di sostituire la parola "Parco" ritenendo non opportuno il richiamo alla legge 394 del 1991 «perché l'argomento non inerisce alla legge quadro sui parchi naturali».

Diedi perciò il mio assenso alla richiesta di sostituzione e subito dopo l'emendamento fu approvato all'unanimità (1). La notizia venne diramata dall'Ufficio Stampa del Gruppo Parlamentare Verdi/l'Ulivo (2). A questo punto, però, il meccanismo s'incepì perché il disegno di legge in oggetto sparì dall'agenda dei lavori del parlamento fino alla fine della legislatura.

A dicembre dello stesso anno, però, la presentazione del disegno di legge 4885 «Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato», cioè la finanziaria 2001, mi diede l'opportunità di ripresentare l'emendamento che anche questa volta fu approvato all'unanimità dal Senato e, successivamente, dalla Camera. All'articolo 115 della citata Legge dello Stato (3) viene istituito l'Ente Geopaleontologico di Pietraroja a cui veniva destinato a partire dal 2001 un'erogazione

annuale di 500 milioni di vecchie lire (oggi 258.228 euro). Si accese un dibattito intorno a questa notizia a cui fu data ampia diffusione dai mass media (4).

L'istituzione dell'Ente Geopaleontologico di Pietraroja costituisce un fatto di grande significato politico, culturale, sociale che consente di avviare una coerente azione per la valorizzazione di una risorsa sicuramente straordinaria, tale da richiedere continuità e incremento non solo finanziariamente degli interventi successivi.

Finora, però, l'Ente non è decollato anche perché la destinazione finanziaria annua di 500 milioni di lire (oggi 258.228 euro) non ha ricevuto attuazione nonostante le sollecitazioni formulate da più parti al Ministero dell'Ambiente erogatore del finanziamento (5).

Urge un nuovo forte impegno perché l'Ente non resti soltanto una norma di legge.

Approfondimenti consigliati

- (1) www.senato.it/leg/13/BGT/Testi/Resaula/00006363.htm - Resoconto Sommario e Stenografico della 896^a seduta (antimeridiana) del Senato della Repubblica (XIII legislatura) mercoledì 26 luglio 2000. Pag. 26 allegato A.
- (2) Stralcio del comunicato stampa diramato dal Gruppo Parlamentare Verdi/l'Ulivo. *"Un Parco Geopaleontologico a Pietraroja"* Il Senatore Verde Giovanni Lubrano di Ricco ha proposto l'emendamento all'art. 8 del disegno di legge 3833-A, recante ... Il Senatore Lubrano di Ricco che domenica prossima visiterà l'area di Pietraroja, ha dichiarato: «come parlamentare campano non ho potuto non osservare che il disegno di legge in discussione prevedeva il finanziamento di alcuni parchi geominerari in Toscana e Sardegna, ma ignorava totalmente un'area di immenso valore scientifico e paesaggistico, quale quella di Pietraroja, ormai famosa in tutto il mondo, soprattutto dopo il ritrovamento del fossile di dinosauro denominato "Ciro". Era, dunque, mio dovere interessarmi alla tutela e valorizzazione di quest'area, al fine di sottrarla al lento ma costante saccheggio di fossili alla quale è esposta, come peraltro mi veniva espressamente richiesto dagli ambientalisti sanniti e dall'illustre Presidente Nazionale dei geologi, dott. Pietro De Paola. Posso dire che il Ministro dell'Ambiente, Edo Ronchi, ha espresso un grande interesse e mi ha assicurato il sostegno del Governo all'iniziativa. A Benevento vi sono tutte le potenzialità per attivare una gestione efficiente dell'area, ad iniziare dalla presenza dell'Università del Sannio che potrà offrire alla nuova struttura il necessario sostegno scientifico».
- (3) www.parlamento.it/parlam/leggi/003881.htm - Legge 23/12/2000 n. 388: *Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato* (Legge finanziaria 2001). L'art. 115 è pubblicato a pag. 124 del Supplemento Ordinario dell'G.U. n. 301 del 29/12/2000 – Parte I Serie Generale.
- (4) Il Mattino del 27/7/00 *"È approvato l'emendamento proposto dai Verdi. Un Ente tutelerà il regno dei dinosauri. Il Senato riconosce il valore scientifico del Parco Geopaleontologico di Pietraroja"* - Il Mattino del 31/12/2000 *"E anche Ciro finì nella ... Finanziaria. Il Governo istituisce Jurassic Park"* di Agostino di Lella - Messaggio d'Oggi del 18/1/2001 *"Nella Legge finanziaria del 2001 cinquecento milioni l'anno per l'Ente Geopaleontologico di Pietraroja"*
- (5) www.ilmattino.it (Storico) - Il Mattino del 27/1/2003 *"Pietraroja. Il Ministero: sì al museo paleontologico"*

Domande

All'atto della ripresentazione dell'emendamento nella Legge Finanziaria 2001 ci furono problemi?

Risposta

Assolutamente no. L'emendamento fu approvato all'unanimità e ci fu ampio consenso da tutte le forze politiche. Del resto anche il fatto che lo stesso emendamento fosse approvato per ben due volte dal Senato aveva confermato l'unità della decisione.

Domanda

Perché l'Ente Parco Geopaleontologico di Pietraroja, così importante per la valorizzazione dell'area, non decolla?

Risposta.

La domanda mi offre l'opportunità di fare una precisazione e cioè non chiamiamolo più Ente Parco Geopaleontologico Pietraroja, ma solo Ente Geopaleontologico Pietraroja, per i motivi già citati, anche se effettivamente all'origine l'emendamento prima della discussione al Senato inseriva il termine Parco; poi occorre essere attenti sull'uso della parola "valorizzazione" che più volte ha generato grossi equivoci. In Italia progetti di valorizzazione di aree metropolitane e montane hanno generato scandalo per l'attuazione di interventi d'impatto negativo sull'ambiente. Il turismo vuole cultura, vuole ambiente a misura d'uomo e Pietraroja può attrarre un turismo colto, raffinato e responsabile. Se l'Ente Geopaleontologico non decolla è perché la bozza del decreto di attuazione giace da tempo presso chissà quale ufficio amministrativo e non è stato ancora approvato dal Ministero dell'Ambiente che ha tempi molto lunghi.

Nico De Vincentiis

Giornalista

Il senatore Lubrano è stato molto preciso nelle cose che ha detto ed ha utilizzato un linguaggio chiaro in una materia, quella legislativa, spesso arida e di difficile comprensione. Ha evidenziato la delicatezza dello sviluppo del nascente Istituto, mettendoci in guardia dai rischi in cui si potrebbe incorrere.

Mi sembra di cogliere la necessità di stimolare coloro che si accostano alla divulgazione della realtà di Pietraroja, ma non solo Pietraroja, con una sorta di laboratorio che crei le condizioni necessarie per poter fare ricerca prima ancora di pianificare proposte turistiche. Si può immaginare una diversa cultura della divulgazione scientifica, oggi ancora molto carente, che possa essere la base di uno sviluppo turistico adeguato. Le potenzialità di Pietraroja e le condizioni che si stanno creando potrebbero essere un modello di sviluppo anche per la città di Benevento e per altre realtà del Sud.

Sono contento delle positive prospettive che il senatore Lubrano ha illustrato e pertanto inviterei subito a creare una delegazione per andare a Roma a sollecitare l'emanazione del decreto che istituisce l'Ente. Cedo la parola al professor Pescatore affinché documenti e rinnovi l'importanza del sito di Pietraroja alla luce dei recenti scavi effettuati.

Studi geologici in località “Le Cavere”, Pietraroja (BENEVENTO)

Tullio Pescatore

pescatore@unisannio.it

Università degli Studi del Sannio-Benevento

Con piacere partecipo alla Tavola Rotonda sullo sviluppo del Parco Geopaleontologico di Pietraroja su invito della Onlus *Un Futuro a Sud*, che mi ha supportato, mi fa piacere ricordarlo, in occasioni di altri convegni che ho organizzato per la promozione e la valorizzazione dei beni naturali del Parco Regionale del Taburno Camposauro (1).

Ritengo che per inserire gli itinerari geologici del Sannio in circuiti turistici, nazionali e internazionali, si debba partire dall'elemento di punta della paleontologia sannita e cioè dal Parco Geopaleontologico di Pietraroja.

Il Comune di Pietraroja (BN), in accordo con la Soprintendenza Archeologica di Salerno, Avellino e Benevento, ha effettuato un scavo nei *calcari ad ittioliti*, in località “Le Cavere”; scavo effettuato dallo staff del dottor Giorgio Teruzzi del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Il Comune ha affidato, tramite una convenzione, al Dipartimento di Studi Geologici e Ambientali dell'Università del Sannio gli studi geologici dello scavo effettuato, producendo una relazione con bibliografia, alla quale si rimanda (2).

Darò qui un breve cenno su questo studio, ricordando che il rilevamento geologico è stato effettuato dal dottor Modestino Boscaino; la prof.ssa Maria Rosaria Senatore e il dottor Alessio Valente dell'Università del Sannio hanno studiato la sedimentologia dei calcari dello scavo, mentre la prof.ssa Ornella Amore dell'Università del Sannio, il prof. Caffau dell'Università di Trieste e la dott.ssa Simona Morabito hanno studiato la micropaleontologia dei calcari dello scavo.

Nel massiccio calcareo del Matese, gruppo montuoso posto al confine tra l'Appennino campano e molisano, la Civita di Pietraroja rappresenta uno dei rilievi più orientali.

Il Parco Geopaleontologico di Pietraroja comprende il versante orientale e settentrionale della Civita di Pietraroja, dove si sviluppano i principali affioramenti dei *calcari ad ittioliti* già descritti, dal 1798, da Scipione Breislak, e maggiormente studiati ai nostri giorni (3, 4, e 5).

Lo scavo è stato realizzato all'interno della recinzione del Parco Geopaleontologico (6).

Nell'ambito del progetto “scavo e restauro nel Parco Geopaleontologico di Pietraroja” si è svolto un rilievo geologico di dettaglio dell'area parco, volto a definire i caratteri litologici, stratigrafici e strutturali di questa zona. È stata realizzata una carta alla scala 1:5.000 ingrandendo un'aereofotogrammetria 1:10.000. L'assetto stratigrafico e strutturale della zona è riportato nella [fig.1](#), dove la sezione geologica A-A^I mette in evidenza la trasgressione dei terreni miocenici su quelli del Cretaceo inferiore (*Calcari ad Ittioliti*) e del Cretaceo superiore (*Calcari ad Ippuriti*) con faglie prima della deposizione delle formazioni mioceniche, mentre la sezione B-B^I individua l'ubicazione dello scavo studiato. Vengono anche riportati i differenti schemi stratigrafici di vari Autori ([fig.2](#)).

La successione mesozoica

I calcari mesozoici costituiscono principalmente la Civita di Pietraroja. Qui, alla base, sono segnalati calcari del Giurassico superiore (Catenacci e Marfredini 1963; D'Argenio, 1963) ai quali seguono in continuità i calcari del Cretaceo inferiore che si sviluppano fino alla parte alta del versante.

In questa fase il rilevamento geologico ha interessato solo la parte alta della successione mesozoica che affiora nell'area del Parco Geopaleontologico. Questa porzione è stata distinta in due unità, che dal basso sono:

- 1) *calcari con cicli peritidali* (Aptiano-Albiano inferiore). Questi calcari corrispondono all'intervallo A di Bravi e Garassino (1998); in questi calcari si riconoscono le *facies trasgressive*, che talora mancano, rappresentate da calciruditi grossolane; le *facies subtidali*, costituite da calcareniti e calcareniti grossolane più o meno lutitiche con foraminiferi bentonici, gusci di lamellibranchi e gasteropodi; la porzione alta di questo intervallo tende ad arricchirsi di matrice fangosa; *facies intertidali-sopratidali*, talora con stromatoliti. Nella parte più alta dei calcari peritidali si rinvencono cuneoline, orbitoline, alveoline (*Ovalveolina sp.*). Un'associazione simile è stata rinvenuta nella parte alta dell'intervallo A da Bravi e Garassino (1998) e secondo questi Autori, indicherebbe la parte basale dell'Albiano inferiore; segue una superficie di erosione;
- 2) *calcari ad ittioliti* (Albiano inferiore). Essi corrispondono agli intervalli B, C e D di Bravi e Garassino (1998). Si tratta di calcareniti e più spesso di calcilutiti con laminazioni piano-parallele ed ondulate, gradazioni normali appena percettibili e strutture massive. Nel settore sud-occidentale del Parco la superficie erosiva descrive i contorni di un canale, largo circa 45-50 m, e lungo circa 250 m, chiaramente inciso nei *calcari con ciclotemi peritidali* e il cui riempimento è dato dai *calcari ad ittioliti*. Verso W il canale presenta contorni meno definiti e tende a svilupparsi in direzione W-E. Più verso W il canale presenta contorni definiti e si sviluppa in direzione WSW-ENE. La superficie erosiva su cui poggiano i *calcari ad ittioliti* presenta patine giallastre e rossastre con ossidi e idrossidi di ferro e manganese e talora fori di organismi litofagi. Questi depositi si correlerebbero con quelli rinvenuti da Bravi e Garassino (1998), intervallo B e C; segue una lacuna stratigrafica con depositi del Cretacico superiore (calcari a ippuriti) o del Miocene.

I terreni miocenici.

I terreni miocenici indicano l'«annegamento» della piattaforma carbonatica mesozoica e sono dati dalle seguenti formazioni:

1 - **Formazione di Cusano** (Selli, 1958). *Calcari a briozoi e litotamni*. Le superfici di stratificazione non sono ben sviluppate e questi calcari si presentano apparentemente in grossi banchi. I principali costituenti di questa unità sono dati da scheletri interi o in frammenti di briozoi, alghe coralline, echinidi, serpulidi, balanidi e foraminiferi bentonici, nella parte alta di osserva un rapido arricchimento di foraminiferi planctonici. Le litofacies riconosciute sono generalmente rappresentate da rodoliti (scheletri di alghe rosse) e/o gusci di lamellibranchi (pettinidi e ostreidi). In questi depositi si sviluppano canali orientati grosso modo lungo le direzioni comprese tra E-W ed ENE-WSW. Il riempimento di questi canali è costituito dai depositi della Formazione di Longano.

Nella Civita di Pietratoja la presenza di canali insieme ai depositi precocemente cementati ed arrossati indicano situazioni stratigrafiche e sedimentologiche analoghe a quelle dei margini delle attuali piattaforme continentali (Carannante e Simone, 1996).

L'età di questa formazione non può essere determinata in modo preciso, ma, per la presenza di lamellibranchi, quali *Pecten pseidobeudanti* e *Pecten hornesis*, indicherebbero un'età burdigaliana (Barbera et al., 1978).

2 - **Formazione di Longano** (Selli, 1958). *Calcari marnosi e marne argillose* con foraminiferi planctonici (informalmente indicate come Marne ad orbuline), di regola ben stratificati. Nella parte alta di questa formazione i depositi si presentano fosfatizzati

e quando affiorano potrebbero rappresentare il limite convenzionale tra la Formazione di Cusano e quella di Longano. Queste marne ad orbuline indicano un ambiente di sedimentazione di mare aperto e relativamente profondo ed un'età generalmente serravalliana come concordano diversi autori; la porzione superiore della formazione è attribuita al Tortoniano inferiore (Ciampo et. al., 1987) o al Tortoniano medio-superiore (Patacca et al., 1992).

3 – Formazione di Pietraroja (Selli, 1958). Questa formazione è costituita da argille e marne argillose alternate ad arenarie passanti ad argille. La stratificazione è netta, lo spessore degli strati è generalmente di pochi centimetri e talvolta supera il decimetro. Questo termine silico clastico a chiusura della successione miocenica indica il progressivo annegamento della piattaforma mesozoica del Matese e il suo inserimento in un bacino di avanfossa; è costituito da depositi torbiditici e con foraminiferi planctonici nella frazione pelitica. L'età di questa formazione è tortoniana secondo diversi Autori; in particolare la sua base è attribuita al Tortoniano inferiore da Ciampo et al. (1978).

Lo scavo in località “Le Cavere”

La stratigrafia e le osservazioni sedimentologiche sono state effettuate da un gruppo dell'Università del Sannio, Dipartimento degli studi geologici e ambientali, a partire dal giugno 2002 sia nell'area dello scavo eseguito dal gruppo del Museo Civico di Milano, guidato dal dott. G. Teruzzi, che in tutta l'area recintata del Parco Geopaleontologico.

La successione litologica messa a giorno dallo scavo ha uno spessore compreso tra 230 e i 250 cm. ed ha evidenziato circa 18 strati di sedimenti fangosi calcarei (*mudstone*) in cui si riconoscono intercalazioni delle dimensioni di sabbia-silt. All'analisi microscopica gli strati risultano un'alternanza di sabbia/fango con una stratificazione ondulata o lenticolare. I granuli di sabbia sono rappresentati da scheletri, interi o in frammenti, di alghe e invertebrati o sono granuli detritici (intraclasti). Gli strati appaiono omogenei e come strutture sedimentarie, si riconoscono la laminazione piano-parallela o quella ondulata.

In base ai caratteri deposizionali evidenziati dall'osservazione diretta dello scavo e dall'analisi microscopica delle sezioni sottili si osserva che:

- L'area deposizionale risentiva dell'alternanza di acque agitate e calme, durante le prime si potevano espletare processi da massivi a trattivi: strati relativamente grossolani massivi o gradati seguiti eventualmente da laminazioni piano-parallele, mentre durante le seconde erano più diffusi i processi di decantazione (strati fangosi massivi e/o debolmente laminati).
- L'area deposizionale era una zona di mare relativamente basso con una profondità sotto il livello delle onde normali, vista la presenza subordinata di ripples da moto ondoso.
- L'area deposizionale era probabilmente al di sopra del limite del mare di tempesta, considerando le sovrapposizioni, talora brusche, dei livelli di bioclasti e sedimento fangoso che può rappresentare le porzioni più distali dei depositi da tempesta (*storm layer*). La presenza di lamine curve di forma concava (*hummocky cross bedding*) potrebbe confermare tale ipotesi.
- L'area di deposizione, per consentire lo sviluppo di correnti di densità e quindi la deposizione di strati gradati, doveva avere un gradiente della pendenza molto debole, ed essere confinato in modo da evitare la dispersione laterale della corrente stessa. Pertanto si può ipotizzare che tale area potesse essere una depressione sviluppatasi nell'ambito del contesto deposizionale considerato per i depositi carbonatici di piattaforma sottostante la successione.

Le analisi micropaleontologiche sono state effettuate da F.O. Amore, M. Caffau e S. Morabito ed hanno riguardato gli analizzati di 18 campioni preparati sia per studiare le associazioni planctoniche e bentoniche che per il nannoplancton calcareo. Le associazioni a foraminiferi planctonici che a nannoplancton calcareo sono risultate sterili, mentre le associazioni bentoniche sono caratterizzate dalle seguenti specie biostratigraficamente significative: *Debarina hahounerensis*, *Sabadia capitata*, *Sabaudia minuta*, *Valvulineria?* n.sp 1. ed attribuibili ad un'età del Cretacico inferiore compresa tra l'Aptiano e l'Albiano.

Conclusioni

I *calcari ad ittioliti* affiorano estesamente lungo il versante orientale della Civita di Pietraraja e ricadono quasi completamente nell'area del Parco Geopaleontologico di Pietraraja. Essi sono costituiti, dal basso verso l'alto, da tre termini il cui spessore totale è all'incirca 40 m.:

1. calcari a grana fine (mudstone, mustone-wackstone) in strati sottili generalmente laminati e talora gradati in cui sono stati rinvenuti esemplari di pesci (Bravi e Garassino, 1998) con litofacies tipiche di ambiente intertidale e/o subtidale a circolazione ristretta;
2. calcari a grana media e fine (packstone e wackstone) in strati sottili e gradati con litofacies tipiche di ambiente subtidale e caratteri che indicano fenomeni di rideposizione gravitativi. Il rilevamento ha messo in evidenza una superficie con canali, riempiti con depositi calcareo-elastici; questi sedimenti in canale progradano con direzione verso Est, confluyendo in una zona depressa della piattaforma secondo una geometria tabulare (apron);
3. calcari a grana fine (mudstone) in strati sottili generalmente laminati e talora gradati in cui si rinvencono liste e noduli di selce e livelli centimetrici più o meno silicizzati con strutture di disseccamento. Caratterizzano inoltre questo intervallo livelli da millimetrici a centimetrici neri, ricchi di sostanza organica, e la presenza di numerosi resti di vertebrati e invertebrati marini e vertebrati terrestri (Bravi e Garassino, 1998; Dal Sasso e Signore 1988). Le litofacies sono tipiche di ambienti intertidali e subtidali a circolazione ristretta.

Questa successione poggia al di sopra dei *calcari con ciclotemi peritidali* di età Aptiano-Albiano inferiore, parte bassa (Bravi e Garassino, 1998) troncata da una superficie fortemente irregolare, di probabile origine subaerea. L'età dei *calcari ad ittioliti* non è stata mai determinata in modo diretto, ma sempre desunta dai rapporti stratigrafici con i calcari vicini: secondo D'Argenio (1963) e Catenacci e Manfredini (1963) essi sono dell'Aptiano; secondo Bravi e Garassini (1998) invece sono dell'Albiano inferiore dato che i livelli più alti della successione, troncata dalla superficie di erosione, sono stati attribuiti a questa età. In questo lavoro, quindi, la successione è considerata di età albiana.

Nella successione dei *calcari ad ittioliti*, i termini 1 e 3, in precedenza determinati, indicano una profondità del mare ridotta con temporanee emersioni e con ristagno delle acque per la presenza di soglie che determinavano un isolamento di queste zone, mentre il termine intermedio (2) indica una profondità del mare maggiore e una migliore circolazione delle acque.

Secondo i nostri dati è possibile ricostruire una paleomorfologia dell'area costituita durante l'Aptiano-Albiano, da una piattaforma continentale caratterizzata da bassi fondali e una sedimentazione sia lagunare (calcari a ciclotemi peritidali) che di

scogliera. Tale piattaforma, interessata da faglie dirette e distensive, degradava verso aree bacinali che si trovavano, con ogni probabilità, verso Est.

Questa area era relativamente stabile dato che la successione dei calcari a ciclotemi peritidali è caratterizzata, per spessori significativi, da rocce che indicano un ambiente di sedimentazione costante nel tempo. Nell'Albiano inferiore, forse a causa di una sensibile oscillazione del livello del mare, quest'area di piattaforma emerge e viene in parte erosa dagli agenti atmosferici, formando quindi una superficie topografica irregolare con depressioni più o meno estese e probabilmente confinate. A quest'emersione segue una risalita del livello del mare e quindi una nuova sommersione della piattaforma. In una di queste depressioni si deposita la successione dei *calcari ad ittioliti* che viene influenzata sia dalla tettonica sia da oscillazioni a più alta frequenza del livello del mare, date le caratteristiche sedimentarie di depositi prima di ambiente a scarsa circolazione (1) poi di ambiente a circolazione aperta (2) e di nuovo con condizioni ambientali a circolazione ristretta.

L'attribuzione dei calcari di base, troncati dalla superficie erosiva alla base dell'Albiano inferiore e dei *calcari ad ittioliti* all'Albiano, rende probabile la correlazione con la curva delle variazioni del livello del mare ricostruita da Haq et al. (1987). In tale curva, alla base dell'Albiano, è indicata una sensibile regressione del livello del mare che marca l'inizio di un ciclo di variazione del livello del mare del secondo ordine (della durata delle decine di milioni di anni). La successiva trasgressione è caratterizzata da variazioni cicliche secondarie con frequenza maggiore (durata da 1 a 10 milioni di anni). Secondo la nostra interpretazione la superficie di erosione nei calcari di base si potrebbe essere formata durante la regressione individuata da Haq et al (1987) e la successione dei *calcari ad ittioliti* durante i cicli a maggior frequenza che caratterizzano la trasgressione dell'Albiano. Nell'ambito delle piattaforme carbonatiche periadriatiche, Cestari & Sartorio (1996) segnalano, all'altezza cronostatigrafica dell'Albiano, un *evento F* caratterizzato alla sua base da strati di calcari depositi da correnti gravitative che possono essere correlati al termine intermedio (2) dei *calcari ad ittioliti*.

I *calcari ad ittioliti*, e probabilmente il livello 3, sono in relazione con l'evento anossico che si rinviene nell'Albiano in aree oceaniche e coincidente con una fase di sollevamento del livello del mare.

Approfondimenti consigliati

- (1) www.unfuturoasud.it - (in letture consigliate) *Le condizioni geologiche circostanti l'abitato di Cautano* - Atti del Convegno a cura della Pro Loco dell'Associazione Turistica Proloco Cepino-Prata - Dicembre 2000 (in collaborazione con Un Futuro a Sud).
- (2) *Studi geologici in località "Le Cavere", Pietraroja (Benevento)*. A cura di Tullio Pescatore. Relazione finale depositata presso il Comune di Pietraroja (BN).
- (3) BRAVI S., GARASSINO A., 1998 - New biostratigraphic and palaeocologic observations on the "Pattenkalk" of the Lower Cretaceous (Albian of Pietraroja, Benevento, S. Italy), and its decapod crustaceans assemblage. Atti Soc. It. Sci. Nat., Museo Civ., Storia Nat. Milano. 138/97 (I-II) :119-171.
- (4) D'ARGENIO B., 1963 - I calcari ittiolitici del Cretacico inferiore del Matese - Atti Accad. Sc. fis. e mat. della Soc. Naz. di Sci. Let. ed Arti in Napoli, vol. 4 (3), Nr. 4, pp. 1-63, 17 fig. 7 tav., Napoli.
- (5) *Scavo paleontologico in Località Le Cavere di Pietraroja in data 27/8 - 7/9/01* (a cura di Giorgio Teruzzi) Relazione finale depositata c/o il Comune di Pietraroja (BN).
- (6) www.pstsa.it/pietraroja/home.htm Sito Ufficiale del Parco Geopaleontologico di Pietraroja - Ministero dei Beni e le attività culturali - Panoramica e dettagli del Parco. Storia ed immagini dei reperti fossili. Bibliografia e links.

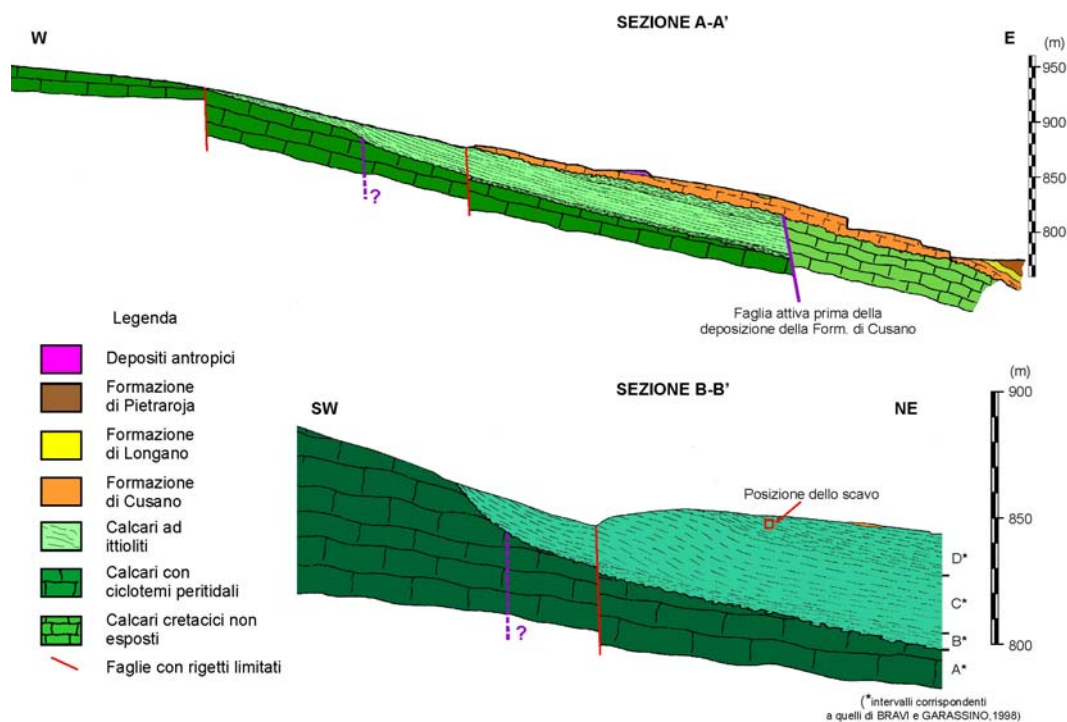


Fig.1 Sezione geologica che evidenzia le trasgressioni a Pietraraja

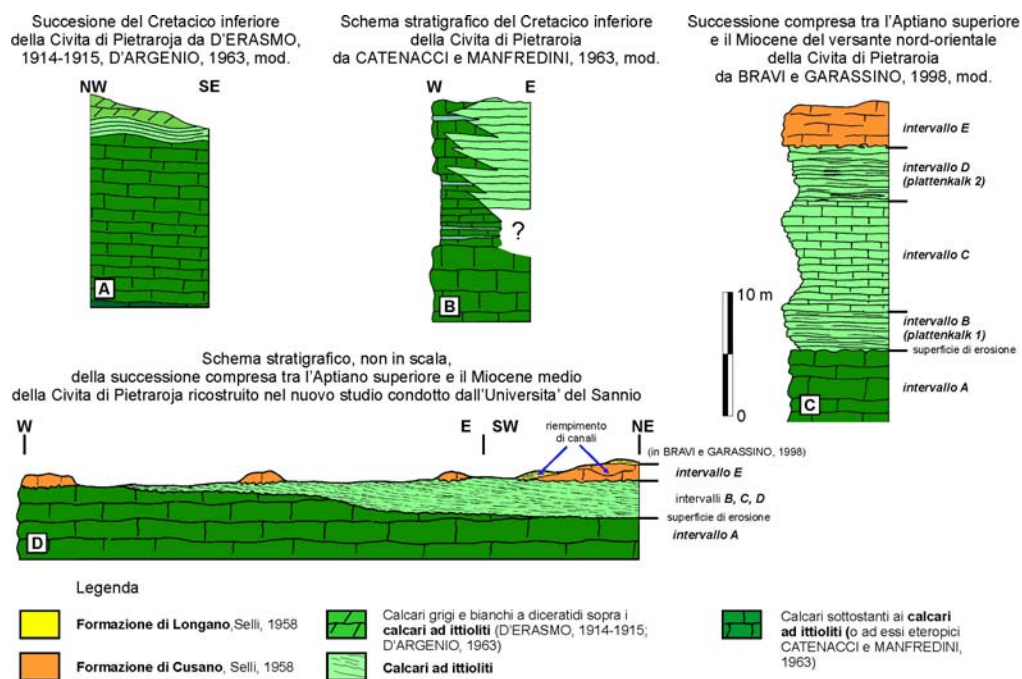


Fig.2 Schemi stratigrafici di vari autori.

Lo Jura-Museum ed altri musei paleontologici nella zona dei calcari litografici di Solnhofen

Günter Viohl

G.Viohl@t-online.de

Jura Museum, Eichstätt

Signore e Signori,

il professor Campanelli mi ha invitato anche nella speranza che io possa dare qualche consiglio per il futuro museo di Pietraraja. Sono però in dubbio se questo sia possibile, perché la situazione dello Jura-Museum è troppo particolare per poter essere un modello per Pietraraja, inoltre non conosco il vostro concetto in merito e le vostre condizioni finanziarie. Comunque è sempre utile allargare l'orizzonte e conoscere altri esempi, anche se questi non sempre sono trasferibili ma se potete rilevare alcuni aspetti interessanti anche per Pietraraja, dovete decidere voi. Premetto che nello Jura Museum è in corso un rapido cambiamento e pertanto, dopo una breve introduzione storica, mi limiterò a trattare gli aspetti non obsoleti fornendo indicazioni per coloro che vorranno approfondire l'argomento.

La nostra zona è famosa per il calcare litografico di Solnhofen, che ha fornito non solo il primo uccello, *Archaeopteryx* (1), ma anche centinaia di pterosauri, altri rettili ed un'abbondanza di pesci ed invertebrati. I fossili del calcare litografico di Solnhofen sono stati sistematicamente raccolti sin dai primi decenni dell'ottocento, ed un ruolo predominante lo hanno giocato i collezionisti privati. Qui mostro una cava di *Solnhofen*: si tratta di una immagine agli inizi del '900 (fig.1). Parecchie collezioni private vennero più tardi acquistate da istituzioni scientifiche. Oggi materiale di Solnhofen è disperso in quasi tutti i grandi musei del mondo. Nella nostra regione ci sono quattro musei e molte collezioni private con materiale importante. Il più grande museo è finora lo Jura-Museum di cui vorrei parlare.

Il soggetto di diritto dello Jura-Museum è la Chiesa, più precisamente il Seminario Vescovile di Eichstätt. Le collezioni del museo hanno la loro origine nella rifondazione dell'Istituto Superiore di Teologia e Filosofia, dopo i disordini accaduti a seguito della secolarizzazione nell'anno 1843. Secondo la volontà della Chiesa i preti dovevano avere anche nozioni di scienze naturali. Per questo scopo furono previste lezioni di storia naturale, e pertanto occorreva materiale illustrativo. Furono così acquistati da una scuola industriale e rurale, che si era sciolta, una collezione essenzialmente di apparecchi fisici ed animali impagliati. Questo era l'inizio modesto delle nostre collezioni. Nel corso del tempo i professori incaricati di insegnare la storia naturale le ingrandirono a mano a mano secondo i loro interessi scientifici speciali. Tutti erano botanici, e quindi abbiamo grandi erbari dove sono rappresentate quasi tutte le piante della Baviera. Ci sono anche collezioni zoologiche, antropologiche, mineralogiche e geologiche. Quella che si è sviluppata maggiormente e che assume maggiore importanza scientifica è la sezione paleontologica, caratterizzata in particolare dai fossili provenienti dai giacimenti del calcare litografico di Solnhofen. Nel 1968 entrò in vigore un nuovo regolamento per lo studio di teologia, secondo il quale i corsi di scienze naturali furono soppressi. Le collezioni persero così la loro funzione educativa nell'ambito dell'Istituto Superiore. Al fine di trovare una nuova funzione utile per esse,

fu concluso un contratto tra lo Stato Bavarese ed il Seminario Vescovile da soggetto di diritto in vista della creazione di un museo regionale di storia naturale.

Secondo questo contratto lo Stato e la diocesi di Eichstätt hanno sostenuto a metà i costi dell'allestimento del museo. Lo Stato paga un piccolo importo per le spese della preparazione, dell'ufficio e della biblioteca ed i salari del personale statale, che consiste attualmente di un direttore, una segretaria e due impiegati tecnici. Il Seminario dall'altra parte è responsabile per il mantenimento del museo e per tutti gli investimenti, oltre a pagare il salario per il custode ed un pedagogo museale che lavora a mezza giornata e che è anche il nostro specialista per i computer.

A partire dal 1972 la Direzione Generale delle Collezioni di Storia Naturale dello Stato Bavarese ha la cura scientifica e tecnica delle collezioni. Io venni incaricato di programmare l'allestimento per lo Jura-Museum che venne inaugurato il 17 settembre 1976. Da questa data fino al mio collocamento a riposo al 28 febbraio 2003 sono stato il suo direttore.

La sede del museo diventò il Castello di *S. Willibaldo* (fig.2), che era l'antica residenza dei vescovi principi di Eichstätt. Quando il museo fu allestito, c'erano solo le rovine del castello infatti mancavano in alcune sale i soffitti. In origine il castello aveva un piano di più e le torri erano più alte e coperte da cupole di rame. Dopo la secolarizzazione, quando il vescovo aveva perduto il suo principato, il castello venne venduto a privati che erano soltanto interessati a sfruttare il materiale come si fa per una cava. Quando nel 1830 lo Stato riacquistò, il castello era così cadente che una gran parte doveva essere abbattuta. Attualmente il responsabile per il mantenimento dell'edificio è di un altro ente statale che fa capo all'Amministrazione dei Castelli, Parchi e Laghi dello Stato Bavarese, che paga anche il personale della cassa. Come avevo accennato all'inizio, comprendete che la struttura dello Jura-Museum è molto complicata. Purtroppo non tutto il castello è a disposizione del museo ed una gran parte è occupata dall'Archivio di Stato.

Il progetto di restauro architettonico consisteva nel dover adattare le antiche rovine alle necessità di un museo moderno. Questo problema venne ben risolto dall'architetto Karljosef Schattner che era il direttore dell'ufficio edile della diocesi di Eichstätt. Dove l'edificio lo permetteva egli restaurò le antiche strutture, dove invece era troppo distrutto concepì deliberatamente elementi moderni e li mise in contrasto con quelli antichi.

Il fulcro dell'esposizione è costituito dai fossili dei calcari litografici di Solnhofen a cui sono dedicate la grande sala e la sala di una torre. Il pezzo più prezioso è naturalmente un originale dell'*Archaeopteryx*, l'esemplare di Eichstätt. Si trova in una vetrina nell'interno di un ottagono di vetro. Alle pareti esterne dell'ottagono sono attaccati i calchi degli altri esemplari. Un'introduzione al tema dei calcari litografici viene data all'ingresso dal confronto di due globi terrestri che illustrano la paleogeografia generale in quell'epoca, circa centocinquanta milioni di anni fa. Un plastico dà un'idea dell'antico paesaggio della nostra zona, e l'immagine in fondo mostra i diversi ambienti che esistevano allora.

La sala degli acquari getta un ponte tra le forme fossili e gli animali attuali. Attrazioni speciali sono infatti i "fossili viventi" come i nautili, che ricordano le ammoniti, i limuli, che sono parenti del *Mesolimulus* del calcare litografico, ed il *Lepisosteus*, che è un rappresentante attuale dei pesci ganoidei. Coralli vivi ed un grande acquario con pesci corallini danno un'idea della diversità di forme di vita nelle scogliere coralline esistenti nel periodo giurassico anche nella nostra regione.

Il museo comprende ulteriori piccole sezioni che riguardano la geologia della Baviera settentrionale, che mette la nostra zona in un contesto spazio-temporale più ampio, ed il relativo plastico in scala che illustra, insieme a foto aeree e telerilevate, la struttura geologica del cratere meteoritico del “Nördlinger Ries“. Esso rappresenta forse il fenomeno geologico più affascinante della nostra regione.

Un'altra sala è adibita alla multivisione anche in lingua inglese e illustra la storia della vita dagli inizi fino all'uomo, mostrando le tappe più importanti dell'evoluzione e inquadrando così i fossili esposti in un contesto più ampio. Gli acquari e la multivisione sono risultati essere le attrazioni principali. Anche altri media audiovisivi servono all'esplicazione del materiale esposto.

Sotto l'aspetto didattico abbiamo cercato di evitare monotonia nell'esposizione e creare stimoli ottici ed estetici che destassero l'interesse dei visitatori per mezzo di fossili particolarmente grandi ed attrattivi, plastici ed anzitutto, come detto prima, acquari che contribuiscono molto a rendere il museo vivo poiché rendono possibili paragoni tra i fossili e gli animali attuali (3).

Una caratteristica peculiare del medium “museo“, a differenza degli altri mezzi di informazione, consiste nella presentazione di reperti originali. Per emozionare l'incontro del visitatore con i fossili originali, abbiamo creato uno sfondo “tranquillo” scrivendo didascalie sintetiche ed esaustive. Solo la descrizione dei Nautiloidi risulta più lunga. L'esperienza in materia infatti ha dimostrato che testi troppo lunghi in esposizioni non vengono letti e disturbano l'incontro con il reperto; pertanto informazioni più dettagliate sono fornite da guide stampate o nuovi media elettronici che aprono nuove possibilità di trasmettere informazioni senza disturbare l'architettura e gli oggetti esposti.

Sicuramente la migliore trasmissione di informazioni rimane la visita guidata che rende possibile le domande dei visitatori e l'adattarsi della guida al livello dell'utenza. Nello Jura-Museum abbiamo quindici guide che vengono autorizzate solo dopo aver sostenuto un esame a conclusione di un corso. Le guide non sono impiegati del museo, ma collaboratori liberi che vengono pagati direttamente dai gruppi che guidano.

Oltre a ciò il museo offre anche visite guidate in una cava, escursioni e laboratori didattici per scuole, come ad esempio la riproduzione un calco.

Collegato con lo Jura-Museum è il Museo di Preistoria e Protostoria, dove si trovano scheletri di animali dell'epoca glaciale: un mammut, una iena spelea e una renna. Con lo stesso biglietto si può visitare ambedue musei e si può anche salire su una torre che offre una bella veduta.

Altra attrazione del castello, fuori del museo, è il giardino di bastione che ricorda l'Hortus Eystettensis; si tratta di un antico orto botanico che il vescovo principe Konrad von Gemmingen fece allestire alla fine del millecinquecento.

Il numero dei visitatori dello Jura-Museum è fra ottantamila e novantamila presenze annue e ciò dimostra che il museo è ancora attrattivo, benché sia necessario modernizzarlo. È interessante notare che la percentuale delle classi scolastiche sia stata in continuo aumento negli ultimi anni probabilmente in seguito ai risultati delle attività pedagogiche.

Per mantenere costante l'attrattività di un museo sono importanti le mostre speciali. Nel passato abbiamo presentato annualmente in media due esposizioni temporali su temi diversi, che in parte abbiamo creato noi stessi, in parte erano prestiti di altri musei.

Una mostra concepita da noi era quella sui pterosauri, che ha riscosso grande successo anche presso il mondo della ricerca scientifica, perché ha radunato un materiale

straordinario proveniente dalla nostra collezione, da altri musei e da collezioni private. Mai prima di allora tanti preziosissimi reperti originali di pterosauri erano insieme in un solo posto. Nella grande sala avemmo anche un modello straordinario di *Arambourgiania* con un'apertura alare di 11 metri e mezzo.

Però il più grande successo è stata la mostra sui dinosauri nel 2001.

In quell'anno raggiungemmo il più grande numero nella storia del museo con circa centoventicinquemila presenze. Il concetto dell'esposizione è stata da me curata e la maggior parte del materiale era in prestito, come lo scheletro di *Mamenchisaurus* lungo ventidue metri con il suo collo enorme, che è risultata essere la più grande attrazione dell'evento.

Le esposizioni rappresentano soltanto una parte del museo e costituiscono ovviamente l'elemento di maggior richiamo. Un'altra parte del museo è caratterizzata da raccolte di fossili che formano la base per la ricerca. Lo Jura-Museum ha delle collezioni abbastanza grandi, e ricercatori di tutto il mondo vengono a lavorarci. Purtroppo nel passato diversi traslochi hanno impedito un lavoro continuo nelle collezioni destinate alla ricerca ed attualmente solo una parte è ben catalogata ed occorrerebbe un maggior numero di personale addetto.

Insieme all'associazione "Amici dello Jura-Museum" il museo pubblica la rivista annuale *ARCHAEOPTERYX* dedicata essenzialmente alla geologia e paleontologia della nostra regione e, come annuncia il titolo, l'*Archaeopteryx* e l'evoluzione degli uccelli. Sono disponibili adesso anche molti articoli in inglese. La stampa viene completamente finanziata dalla menzionata associazione.

Lo Jura-Museum ha organizzato due riunioni internazionali: nel 1984 la "Conferenza Internazionale sull'*Archaeopteryx*" che ha riunito 66 paleontologi, zoologi, geologi e fisici di 13 paesi, come precedentemente detto; mentre nel 1993 il simposio "Pesci mesozoici - sistematica e paleoecologia", che vide la partecipazione di 53 ricercatori di 17 paesi. Di ambedue le riunioni sono state pubblicate le relazioni.

Due volte il nostro museo ha eseguito scavi scientifici: la prima, nei calcari lastriformi di Solnhofen, ha fornito soltanto dati e pochissimi fossili; la seconda, nei calcari laminati silicizzati del Kimmeridgiano superiore, che sono estremamente ricchi di fossili (fig.3). La località si chiama Schamhaupten (2) ed è situata nella parte orientale del nostro distretto. Ho tentato di persuadere il direttore del Seminario di prendere l'area in affitto per dieci anni a partire dal settembre 1988. Nei due primi anni hanno lavorato due laureandi dell'Università di Bonn, che hanno pubblicato i loro risultati nelle loro tesi. Successivamente, non avendo altra possibilità, abbiamo continuato gli scavi con vari volontari ed amatori di paleontologia, ma non è stato molto soddisfacente, poiché le annotazioni di scavo risultarono essere di qualità diverse mancando un controllo continuo e pertanto sono sicuro che molto materiale interessante è sparito; l'alternativa però sarebbe stata di non far nulla e quindi ricevere niente. D'altronde per un piccolo museo come il nostro, e con solo quattro dipendenti è molto difficile eseguire scavi, dovendo conciliare impegni legati all'allestimento di mostre speciali, organizzazione di simposi, amministrazione, catalogazione etc. Pur tuttavia in questa campagna di scavi è stato rinvenuto un reperto di grande importanza scientifica: si tratta di un piccolo teropode che è ancora in preparazione.

La preparazione è ancora un grande problema, perché i calcari sono silicizzati ed estremamente duri. Finché tutto il materiale sarà preparato ci vorranno ancora alcuni anni. Anche la valorizzazione di questo nuovo giacimento non è stata ancora fatta. Sarà

pertanto il mio compito da pensionato in futuro tentare di farla. Intanto ho parlato con il proprietario, e forse nuovi scavi saranno possibili nel futuro.

Fornirò adesso alcune informazioni circa la situazione finanziaria del nostro museo. Lo Stato paga i salari dei suoi tre impiegati oltre a dare diecimila euro per anno per le spese dell'ufficio, della preparazione e della biblioteca. Le spese annuali del Seminario per il museo, principalmente per salari, riscaldamento e pulitura, ammontano a circa centocinquantamila euro, che non vengono coperte dalle entrate, perché bambini e minori di 18 anni hanno l'ingresso libero. Il Seminario elargisce annualmente circa ventimila euro che vengono destinate per la manutenzione, nuovi investimenti ed esposizioni speciali. Questa somma non basta, naturalmente, e pertanto, venendo a mancare sussidi integrativi per l'acquisto di nuovi fossili interessanti, il museo si sforza e incrementando le entrate attraverso la vendita di articoli vari, come ad esempio pesciolini ed altri piccoli fossili, che compriamo da un fornitore di fossili e rivendiamo. Alla luce di quanto detto il lavoro principale del direttore è quello di reperire sponsorizzatori che è molto difficile aver oggi, perché un museo di Storia naturale non può offrire tanta pubblicità come lo sport, ed inoltre i mecenati sono quasi estinti. In questa situazione risulta particolarmente importante il sostegno da parte dell'associazione "Amici dello Jura-Museum".

Lo Jura-Museum non è l'unico museo paleontologico della regione. Ce ne sono anche altri tre.

Il più vecchio è il "Museum am Maxberg" (4) fondato nel 1930. Presenta non solo alcuni fossili straordinari, ma illustra anche l'utilizzazione della pietra nel corso del tempo e particolarmente lo sviluppo e la tecnica della litografia. Il secondo museo, "Museum Bergér" (5), è privato e fu fondato nel 1968 dalla famiglia Bergér. Possiede le cave sul Blumenberg presso Eichstätt le quali sono le più ricche di fossili. Tutti i fossili esposti nel museo provengono da queste cave. In questo museo ci sono anche altre esposizioni e ricorda un po' un antico museo del Rinascimento. L'architettura è molto affascinante in quanto l'esposizione è alloggiata in una vecchia stalla di cavalli. In un negozio si possono comprare fossili, minerali e gioielli. Il terzo museo, il "Bürgermeister-Müller-Museum" (6), appartiene al Comune di Solnhofen e si trova nel municipio di Solnhofen. Venne fondato nel 1970 dal sindaco di allora Friedrich Müller. Il museo presenta un'abbondanza di fossili e dispone anche di un esemplare d'*Archaeopteryx*. Da alcuni anni il museo ha anche un geologo, il Dr. Martin Röper che ne è il direttore. Per quanto riguarda le finanze il Bürgermeister-Müller-Museum è in una posizione più favorevole dello Jura-Museum, poiché, a differenza del Seminario, il Comune di Solnhofen è molto ricco a causa delle entrate dall'imposta sull'industria di pietra. Così è in grado di comprare permanentemente nuovi fossili.

La nostra regione è un parco naturale, il Naturpark Altmühltal, che ha due obiettivi: la promozione di un turismo sostenibile ed il trasferimento di nozioni sulla natura ai turisti. Il geoturismo ha un'importanza crescente. Molte famiglie passano qui le loro vacanze cercando fossili. Normalmente non è permesso scavare nelle cave, ma ve ne è solo una vicino Eichstätt dove è concesso scavare alla ricerca di fossili. Vorrei concludere il mio intervento mostrandovi questa fotografia aerea di Eichstätt e dintorni (fig.4). In fondo sono visibili le cave. La nostra zona non è ancora un parco geopaleontologico, ma avrebbe la potenzialità di diventare un riferimento al patrimonio geo-paleontologico. Però sarebbero necessari due presupposti: la tutela almeno dei fossili importanti, che finora non esiste ed una migliore cooperazione dei musei. Cooperazione significherebbe un raccordo tra le diverse esposizioni ed una

caratterizzazione peculiare per ogni museo. Anche lo Jura-Museum dovrebbe cambiare il suo concetto. Penso che al momento né i nostri musei né il nostro parco naturale possano servire come modelli per il museo ed il parco geopaleontologico di Pietraroja, ma ritengo che possiamo cooperare ed imparare l'uno dall'altro e forse un giorno potremmo essere tutti membri dell' European Geoparks Network (7).
Grazie per l'ascolto.

Approfondimenti consigliati

- (1) “Una finestra nella storia della Terra” – Jura Museum di Eichstätt (2003).
Cd Rom multimediale nel quale sono visibili i reperti fossili menzionati.
- (2) www.fossilien-solnhofen.de - Sito dedicato alle località fossilifere di Solnhofen
- (3) www.altmuehlnet.de/~an01118/
Sito ufficiale dello Jura Museum di “Una finestra nella storia della Terra”
Jura Museum di Eichstätt
- (4) www.museum-auf-dem-maxberg.de
Sito ufficiale del Museo di Maxberg
- (5) www.altmuehlthal.de/eichstaett/museum-berger.htm
Sito ufficiale del Museo di Bergér
- (6) www.solnhofen.de/sehenswertes/museum/museum.htm
Sito ufficiale del Museo Bürgermeister-Müller
- (7) www.europeangeoparks.org - Sito ufficiale della rete dei geoparchi europei.



FIG. 1 - Cava di Solnhofen in un'immagine agli inizi del '900



FIG. 2 - Castello di S. Willibaldo attuale sede dello Jura Museum di Eichstätt



FIG. 3 – Scavi di Schamhaupten in calcari laminati silicizzati del Kimmeridgiano superiore.



FIG. 4 – Foto aerea di Eichstätt

Interventi

Mario Pedicini

Dirigente C.S.A. Benevento

Ritengo che la presenza in auditorium di questo pubblico così numeroso ed attento sia la conferma più eloquente dell'importanza di questa tavola rotonda e ringrazio per l'invito ricevuto.

Riguardo il Museo credo che debba essere allestito in modo che sia fruibile contemporaneamente sia dagli specialisti sia dai normali cittadini che sempre più numerosi s'interessano a queste problematiche grazie anche all'opera di divulgazione della scuola e dei mass media.

Iniziative del genere devono essere supportate certamente dal contributo dello Stato o delle Regioni, ma non devono necessariamente dipendere da esse. Ascoltando l'intervento del dottor Viohl ho riflettuto sulle scuole private italiane, ed in particolare quelle cattoliche, che hanno una tradizione radicata sul territorio italiano e sono state le prime a formarsi, dopodiché è intervenuto lo Stato secondo il principio di sussidiarietà. Quelle scuole rivaleggiavano con lo Stato, oggi invece si limitano a chiedere la parità scolastica ed un congruo contributo. In Germania, stato federale, il museo diretto dal dottor Viohl è sostenuto dal contributo dello stato Bavarese, e non dallo stato centrale a differenza dell'Italia, dove invece impera il monopolio delle Sovrintendenze archeologiche e non è data possibilità al privato d'intervenire. Allora dobbiamo ringraziare gli amici beneventani che con le loro iniziative hanno portato testimoni che, comunicandoci la loro esperienza, offrono validi suggerimenti per lo sviluppo del futuro museo a Pietraroja. Museo che dovrebbe costituire una forza attrattiva per molte scuole dell'Italia meridionale. È necessario perciò che si mettano insieme le giuste risorse partendo dalle disponibilità già presenti sul territorio. Perché non coinvolgere le scuole sannite nella realizzazione del Museo? Gli Istituti tecnici ad esempio curerebbero aspetti relativi alla luminoteca, i licei artistici i gadgets etc. Pietraroja potrebbe quindi diventare un laboratorio didattico di sperimentazione. Ho suggerito al Presidente della Provincia Nardone di collocare i modelli dei dinosauri in resina oggi a San Lorenzello ai margini della strada come riferimento al percorso che conduce al sito di Pietraroja. Nel valorizzare Pietraroja non credo si debba avere il timore di deturparlo o banalizzarlo e non importa magari se questi modelli non siano proprio del tutto scientifici, l'importante è che creino delle suggestioni. Non avremmo mai potuto conoscere le bellezze delle Dolomiti se non ci fossero state aperture di piste da sci e se nel bosco non si fosse abbattuto qualche albero. Né dobbiamo avere il timore di sfruttare l'immagine dei fossili e del Museo per creare gadgets. I musei stranieri vivono grazie anche ai proventi dei loro "store", negozietti dove il turista può acquistare il souvenir, la maglietta etc. Perché quindi non fare ad esempio le cravatte con il simbolo dello *Scipionyx*? Lo sfruttamento dell'immagine di una risorsa culturale non è sacrilegio né tanto meno significa sminuirne il valore culturale.

Grazie

Lucio Rubano

Consigliere Provincia di Benevento

In qualità di consigliere provinciale offro tutta la mia disponibilità affinché l'Ente Geopaleontologico decolli e colga l'occasione per informare che sono state tenute già due conferenze di servizio a riguardo e pertanto potremmo essere in dirittura d'arrivo. Contemporaneamente il Museo a ridosso del Parco Geopaleontologico di Pietraroja che, utilizzerebbe la struttura inizialmente destinata alla casa albergo anziani, dovrebbe essere non solo un luogo di fruizione del patrimonio fossilifero di quel sito ma anche un luogo di ricerca scientifica. Cosa che a Benevento non avrebbe molto valore perché decontestualizzata dall'ambiente di origine. A Pietraroja sarebbe il contrario: mi riferisco ai modelli in scala reale dei dinosauri che furono esposti alla Rocca dei Rettori in attesa dell'apertura della mostra su Scipionyx.

Pino Castellucci – *Responsabile Biblioteca Comunale "Carusi" di Baselice*

In occasione di questa giornata di studio dedicata all'affascinante mondo della paleontologia ho il modo di dare il mio contributo a questa particolare ed affascinante scienza. Il mio intervento dunque non sarà improntato su aspetti scientifici ed accademici ma riguarderà esperienze operative e basilari di un appassionato curioso della materia.

L'interesse per questo mondo misterioso e pieno di fascino regnava in me da tempo ma solo nel gennaio del 1989 si manifestò in occasione della mostra di fossili che fu organizzata presso il Museo del Sannio a Benevento. La mostra curata e coordinata dalla professoressa Carmela Barbera e dal suo staff di Paleontologia dell'Università di Napoli "Federico II" tra cui il professore Campanelli, sollecitò la mia curiosità allorquando, con enorme sorpresa, ebbi modo di ammirare una sezione nella quale erano esposti i fossili di Baselice.

Successivamente appresi che erano reperti di significativa importanza scientifica e di rara bellezza per la particolare forma a "stella". Detti fossili prendono il nome scientifico di *Clypeaster*. Fu proprio questa circostanza a far nascere in me, Gerardo Marucci e Franco Michele Caseario, referenti locali dell'Archeoclub d'Italia, l'idea di realizzare a Baselice una mostra permanente dei fossili autoctoni. La mostra fu poi inaugurata nel giugno del 1996 nell'ambito del Convegno "Baselice ed il suo mare" ed è ancora oggi visitabile nei suggestivi locali di un antico palazzo del centro storico di Baselice messo a disposizione gratuitamente dall'avvocato Pasquale Del Vecchio.

Grazie alla disponibilità dell'imprenditore, il comm. Luca Colasanto fu stampato il catalogo della mostra che fu curato dalla professoressa Carmela Barbera, dalla dirigente Giuliana Tocco della Soprintendenza Archeologica di Salerno-Avellino-Benevento e da altri Enti tra cui il Comune di Baselice.

La mostra è articolata in 4 sezioni. Nella prima sono esposti pannelli che illustrano l'evoluzione paleogeografica dell'Appennino centro-meridionale ed in particolare del territorio baselicese. Gli elaborati grafici sono stati realizzati dal geologo Luciano Campanelli. Nella seconda sezione sono esposti fossili di varia provenienza, mentre nella terza si possono ammirare gli splendidi esemplari di *Clypeaster*; nella quarta sono allestite diverse campionature di minerali. Buona parte dei fossili presenti provengono dalla collezione della famiglia Carusi che alla fine del 1800 li donò al Comune di Baselice. I Carusi erano esimi studiosi vissuti nel comune fortorino nel periodo

compreso tra il 1750 ed il 1892. Altri esemplari fossili provengono dalla collezione privata delle famiglie Del Vecchio, Marsullo e De Colellis mentre il restante proviene da rinvenimenti casuali. Tra le principali località fossilifere della zona baselicese annoveriamo: **Omo Morto**, al confine con il territorio comunale di **Baselice** e quello di **Colle Sannita** e le contrade **Ripa di Troia**, **Monte Barbato** e **Macchia Santa Lucia**.

I primi studi su Baselice furono condotti da Oronso Gabriele Costa che nel 1893 pubblicò l'opera "Fossili miocenici di Baselice in provincia di Benevento". Il Museo di Baselice rappresenta un'esposizione organica dei ritrovamenti più significativi della Valfortore. Questi sono risultati ancora parziali che auspico possano ampliarsi alla luce di una cooperazione con analoghe realtà.

Numerose scuole del circondario, studiosi ed appassionati hanno visitato il museo.

Concludo il mio intervento per chiedere informazioni in merito alla collocazione del fossile *Scipionyx* che auspico possa ritornare nel suo luogo di origine che è Pietraroja. Auspico una cooperazione tra i musei preposti ai siti fossilifere della provincia di Benevento dove Baselice possa rappresentare un tassello della storia naturale del Sannio.

Domenica Zanin - *Direttrice didattica*

Ho notato nel corso della mia esperienza professionale che già da piccoli alcuni ragazzi hanno il piacere di scoprire, collezionare le cose d'interesse. Il turista scientificamente interessato non nasce a caso, ma è frutto di una sensibilizzazione che parte dalle scuole. In Italia, un tempo, molte scuole avevano il loro piccolo museo e si collegavano tra loro per confrontarsi. Vorrei chiedere al direttore Viohl se ha notato anche in Germania, ed in particolare nelle scuole che sorgono a Solnhofen, il gusto della raccolta e se il Museo incentiva questo tipo di approccio.

Günter Viohl – *Jura Museum di Eichstatt (Germania)*

Ci sono dai noi delle scuole che operano in tal modo. Molto dipende dalla volontà del docente che dovrebbe sensibilizzare gli allievi ad un metodo di ricerca. Generalmente l'impulso a collezionare nasce spontaneamente; è dentro di noi, tuttavia occorrerebbe potenziare e direzionare gli allievi che presentano queste attitudini facendo capire loro che la paleontologia rappresenta la vita per scrutare il nostro passato ed il nostro futuro. Purtroppo in Baviera i fossili non vengano adeguatamente tutelati e sono alla mercé di collezionisti privati. La paleontologia dovrebbe rivestire un ruolo culturale e scientifico maggiormente riconosciuto anche a livello comunitario. Certamente incominciare dalla scuola sarebbe un primo significativo passo.

Luciano Campanelli - *Presidente Associazione Culturale Un Futuro a Sud*

Desidero sinteticamente ricollegarmi alle cose dette questa sera. Riguardo i modelli di dinosauri in scala reale prima menzionati preciso che hanno valore didattico-scientifico. Sono stati montati con una postura corretta, come evidenziato dal paleoartista Luis Rey e dal paleontologo Marco Signore, che lo scorso anno hanno visitato il parco dei dinosauri di San Lorenzello (Benevento) dove erano esposti. Questo parco oggi è purtroppo in degrado ed auguro che l'amministrazione comunale prenda provvedimenti per un suo recupero. Riguardo la mostra di *Scipionyx*, che si è tenuta alla Rocca dei Rettori, devo dire che è stata molto apprezzata dai paleontologi, ma ci sono alcuni

aspetti che andrebbero migliorati nell'ipotesi di un museo a Pietraroja. Occorrerebbe, infatti, allestire uno "store" per l'acquisto di gadgets da più parti sollecitato, occorrerebbe un'ulteriore diffusione della mostra a livello nazionale. Ho constatato, infatti, che qualificate riviste nazionali nell'ambito dei loro inserti speciali dedicati agli itinerari giurassici italiani, mostre e musei, non recensivano l'informazione che a Benevento, presso la Rocca dei Rettori, era in esposizione il reperto originale di Scipionyx e si limitavano a citare la nostra associazione *Un Futuro a Sud* come unico referente per il Parco Geopaleontologico di Pietraroja.

In quella circostanza siamo stati contattati da diverse agenzie di viaggio e scuole, che noi puntualmente indirizzavamo alla mostra presso la Rocca dei Rettori, al Museo Civico del Territorio di Cusano Mutri ed alla Proloco di Pietraroja.

Riguardo, invece, l'attività didattica, ci auguriamo di poter continuare l'esperienza avviata con successo nelle scuole riproponendo una III edizione di Incontri con la Paleontologia. Il provveditore Pedicini ha proposto che l'allestimento del Museo debba avere una valenza didattica e che debba essere realizzato per le scuole e con le scuole, la direttrice Zanin ha sollecitato l'allestimento di piccoli musei scolastici.

Qualcosa di simile abbiamo tentato di realizzarla con un primo progetto denominato "Il Parco dei desideri". Partendo dalla carta topografica del territorio comunale di Pietraroja, abbiamo costruito con fogli di polistirolo un plastico in scala al cinquemila del territorio intorno al Parco Geopaleontologico. Successivamente gli alunni hanno tracciato percorsi ispirati alla loro idea di Parco, esplorando concretamente i sentieri.

In un secondo progetto realizzato insieme all'Istituto Comprensivo di Cautano in occasione dell'incontro con l'autore del libro *"Una vita per i dinosauri"*, gli alunni hanno dato vita ad un piccolo museo di fossili, consegnando all'esperto paleontologo Marco Signore, autore del libro prima citato, una interessante associazione faunistica di Rudiste, tipici fossili cretaci del Monte Camposauro. Il reperto è diventato oggetto di studio per una tesi di Laurea in Scienze Naturali. Questa osmosi che si crea tra scuola e ricerca credo vada incentivata soprattutto alla luce della nuova riforma scolastica, che vede noi docenti impegnati nelle attività di progetto extra curricolari e di orientamento anche per la formazione professionale per gli adulti. Quest'estate ho visitato il Museo della Scienza a Cuenca in Spagna, dove sono esposti anche i fossili di un'altra importante località europea che si chiama Las Hoyas, attualmente studiata dal paleontologo Francisco Ortega e dal professore Luis Sanz entrambi dell'Università Autonoma di Madrid.

Il responsabile delle attività didattiche del museo ha illustrato i progetti realizzati con le scuole della regione Castilla la Mancha. È stato interessante notare come il Museo, oltre ad essere in rete con guide esplicative etc, avesse una documentazione di verifica circa le abilità raggiunte dall'allievo che visita il museo. Quindi, il museo inteso non solo come momento della scoperta, dell'approfondimento e della sperimentazione, ma anche come momento di verifica. Abbiamo girato un breve filmato visibile dal sito internet www.unfuturoasud.it.

Concludo con una riflessione. Credo che il futuro Museo a Pietraroja debba essere alimentato dalla ricerca scientifica, ma nell'ottica di una progettualità didattica con le scuole e supportata dalle istituzioni locali in cooperazione con analoghe realtà scolastiche europee, sul modello francese dei Geopark; modello che tiene conto non solo delle emergenze fossilifere, ma anche di altri aspetti geomorfologici e paesaggistici del Sannio.

Günter Viohl

I Geopark sono una rete di parchi geologici europei; avendo visitato Pietraroja credo che il modello francese a cui fa capo la rete sia un buon esempio per voi. È un museo all'aperto dove affiorano fossili, anche di una certa dimensione, opportunamente sigillati in bacheche; è ben organizzato ed è gestito da quattro geologi ed è frequentato da un turismo prevalentemente scolastico.

Nico De Vincentiis

Dalla tavola rotonda sono state confermate le notevoli possibilità di sviluppo per il Parco Geopaleontologico di Pietraroja e non a caso, ricollegandomi all'introduzione, rifletto sulle circostanze degli eventi maturati in questo luogo a ridosso del quale è in via di riconversione a Museo paleontologico un'ala della Casa di riposo degli anziani. È al mondo della terza età, particolarmente presente questa sera, a cui dobbiamo rivolgere la nostra attenzione e attingere da loro saggezza ed esperienza per la gestione del "futuro". L'antenato Scipionyx potrebbe quindi rappresentare l'icona per gli anziani del Sannio in una storia che appartiene al passato ma che improvvisamente diventa cronaca. Riflettori sulla memoria e grandi aspettative per i prossimi decenni. Sempre se si sapranno attivare meccanismi coerenti con le vocazioni territoriali. Ringrazio gli intervenuti. Spero che ci si attivi per formare al più presto una delegazione per andare a Roma, al fine di facilitare l'emanazione del decreto esecutivo per l'Istituzione dell'Ente Geopaleontologico, ed invito a visitare la mostra del paleontista Luis Rey esposta nel chiostro di Santa Sofia.

Momenti della manifestazione



Leonardi mostra alcuni calchi di orme di dinosauro da lui rilevate



Luis Rey illustra agli allievi il significato dei suoi quadri.

La paleontologia incontra l'arte... sulle tracce dei dinosauri... lungo gli itinerari dell'Europa giurassica ed oltre...



Intervenuti alla Tavola Rotonda.

Da sinistra: Mario Pedicini, Giovanni Lubrano, Nico De Vincentiis, Tullio Pescatore, Günter Viohl.



Allievi a colloquio con Marco Signore



Luciano Campanelli (a sinistra) e Günter Viohl (a destra) mostrano alla platea alcuni reperti dei giacimenti di Solnhofen (*Archaeopteryx* e *Leptolites*).

Le scuole partecipanti

- Istituto Paritario “*G.B. De La Salle*” Scuola Media Liceo Ginnasio - Benevento - www.seminariobn.it
- LiceoClassico “*Pietro Giannone*” –Benevento
- Ragioneria “*Palmieri*” Benevento
- Scuola Media Conservatorio di Musica “*Cimarosa*” – Benevento
- Scuola Media “*Giovanni Pascoli*” - Benevento
- Istituto Agrario “*Mario Vetrone*” - Benevento
- Istituto Magistrale “*Guacci*” - Benevento - www.liceoguaccibn.it
- Istituto Statale d'Arte “*Nicola Giustiniani*” di Cerreto Sannita - Benevento www.scuolebn.org
- Liceo Classico “*Lombardi*” - Airola (Benevento)
- Liceo Classico “*Tito Livio*” - Sant’Agata de Goti (Benevento)
- Liceo Scientifico Telesse Terme - Ipia Telesse - <http://angeloandrea.interfree.it>
- Istituto Comprensivo “*J. Kennedy*” – Cusano Mutri (Benevento)

Rassegna stampa

- **Messaggio d'Oggi** 18/9/2003
Sulle tracce dei dinosauri.
Un interessante convegno organizzato dall'Associazione Un Futuro a Sud
- **S@nnio press on line** 18/9/2003
Incontri con la paleontologia al via il 23 settembre
- **Le Scienze on line** 18/9/2003
Calendario degli eventi scientifici selezionati. Benevento 23-25 settembre *Incontri con la Paleontologia*.
- **Ordine dei Geologi della Campania on line** – 18/9/2003
Convegni e corsi in Campania. Convegno-Mostra-Tavola Rotonda. *Incontri con la Paleontologia II Ed. Il Parco Geopaleontologico di Pietraroja. Le prospettive di sviluppo.*
- **Il Mattino** – 23/9/2004
Al via gli *Incontri con la Paleontologia*. Esperti in campo sulle tracce dei dinosauri. L'iniziativa scientifica, rivolta alle scuole, promossa dall'associazione "Un Futuro a Sud".
- **Il Sannio quotidiano** – 23/9/2003
Una tre giorni di studi dedicata agli *Incontri di Paleontologia*
- **Il Mattino** – 24/9/2003
Riflettori sull'Europa giurassica. Seconda giornata degli "*Incontri con la Paleontologia*". si parlerà anche dei giacimenti fossili presenti in Campania.
- **Il Mattino** – 25/9/2003
Riflettori sul Jurassic Park di Pietraroja
- **Messaggio d'Oggi** – 25/9/2003
Incontri con la Paleontologia. Una tavola rotonda sul "Museo" di Pietraroja
- **Eureka**. Giornalino dell'Istituto De La Salle – novembre 2003
Incontri con la Paleontologia. II Edizione Convegno Mostra Tavola Rotonda. dinosauri : rettili o uccelli ? Il fascino del Giurassico.
- **La Provincia Sannita**. Rivista della Provincia di Benevento anno XXIII n. serie n. 3/2003.
Una finestra sul passato per guardare al futuro.



Altri approfondimenti e links consigliati

- www.istrianet.org/istria/index1.html - Portale della regione istriana con una sezione dedicata ai ritrovamenti in Istria ed al villaggio del Pescatore con immagini dell'adrosauro Antonio.
- *"I dinosauri del Villaggio del Pescatore - Trieste"* – Stoneage Coop. srl. (2000). Cd Rom multimediale nel quale sono visibili i reperti fossili di adrosauro ritrovati ed un breve documentario sullo scavo condotto.
- www.bema.it/OpGuide1.html - Recensione delle Guide geologiche regionali d'Italia a cura della Società Geologica Italiana– Guide geologiche Regionali BE-MA editrice – Milano
- www.geoturismo.it – Interessante sito sugli itinerari naturalistici in Italia con links ed approfondimenti per le scuole.
- www.palarch.nl – Sito olandese (in inglese) con una sezione di archeologia e paleontologia dei vertebrati con particolare riguardo alle recenti scoperte rinvenute nel giacimento di Pietraroja (Benevento).
- www.giovenale.com - Sito dell'artista sannita Giovenale – *Unire i Tempi* Mostra dedicata a Scipionyx samnitucus.
- www.apat.gov.it - APAT - Agenzia di Promozione dell'Ambiente e dei servizi Tecnici. - Stato dell'arte della elaborazione della cartografia geologica ufficiale in scala 1:50.000 (Progetto CARG) aggiornato al 4/6/2004.
- www.egeo.unisi.it - Repertorio cartografico del territorio italiano curato dall'Università di Siena.

TABELLA CRONO-STRATIGRAFICA

Milioni di Anni*	ERE	PERIODO	Evoluzione litosfera	Località menzionate	Evoluzione di alcuni animali
— 0,6	NEOZOICA (quaternario)	OLOCENE	Glaciazioni	Roccamonfina (Caserta)	Homo sapiens sapiens
— 1,8		PLEISTOCENE			Homo sapiens Homo erectus ↑ Australopiteco
— 7,0	CENOZOICA (terziaria)	NEOGENE	pliocene		
— 23			miocene		
— 40		PALEOGENE	oligocene		
— 60			eocene	Ottati (Campania)	
— 70			paleocene		
— 135	MESOZOICA (secondaria)	CRETACICO		Petina (Campania) Ricòn Colorado (Messico). Libano. Pietraroja Profeti, Sorrento (Campan.) Liaoning (Cina) – Istria	Titanosauri Oviraptor Scipionyx
— 180		GIURASSICO		Solnhofen (Germ.) Liberi (Campania)	Archaeopteryx Abelisauri
— 225		TRIASSICO	Orogenesi Alpino-Himalayana	Pirenei-Alpi-Balcani-Turchia Irak-Himalaya	Allosauri Sauropodi (erbivori) Teropodi (carnivori)
— 270	PALEOZOICA (primaria)	PERMIANO			Ornitischia Saurischia
— 350		CARBONIFERO	Orogenesi Ercinica		DINOSAURI
— 400		DEVONIANO			
— 440		SILURIANO			
— 500		ORDOVICIANO		Monti della Scozia, Irlanda del nord, Norvegia ed Appalachi	Trilobiti
— 600		CAMBRIANO	Orogenesi Caledoniana		
— 3500	ARCHEOZOICA	ALGONIANO ARCHEANO			Stromatoliti

- La scala del tempo è espressa in 10^6 anni. Da notare come la comparsa dell'uomo è collocata alla fine dell'ultimo segmento del tempo.

La paleontologia incontra l'arte... sulle tracce dei dinosauri... lungo gli itinerari dell'Europa giurassica ed oltre...

Finito di stampare
nel marzo 2005
nel laboratorio delle Edizioni Il Chiostro